

**T.C.**  
**Marmara Üniversitesi**  
**Eğitim Bilimleri Enstitüsü**  
**Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı**  
**Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı**

**ORTAOKUL 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KUVVET VE  
HAREKET KONUSUNDA SAHİP OLDUKLARI KAVRAM  
YANILGILARININ ONTOLOJİ TEMELİNDE BELİRLENMESİ VE  
ANİMASYON DESTEKLİ ÖĞRETİMLE GİDERİLMESİ**

**Gülşah DİYARBEKİR**  
**(Doktora Tezi)**

**İstanbul - 2020**

**T.C.**  
**Marmara Üniversitesi**  
**Eğitim Bilimleri Enstitüsü**  
**Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı**  
**Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı**

**ORTAOKUL 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KUVVET VE  
HAREKET KONUSUNDA SAHİP OLDUKLARI KAVRAM  
YANILGILARININ ONTOLOJİ TEMELİNDE BELİRLENMESİ VE  
ANİMASYON DESTEKLİ ÖĞRETİMLE GİDERİLMESİ**

**Gülşah DİYARBEKİR**  
**(Doktora Tezi)**

**Danışman**  
**Prof. Dr. Hale BAYRAM**


**İstanbul - 2020**

**Tüm kullanım hakları  
M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.**

**© 2020**

## ONAY

Gülşah DİYARBEKİR tarafından hazırlanan "Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Ontoloji Temelinde Belirlenmesi ve Animasyon Destekli Öğretimle Giderilmesi" başlıklı bu çalışma, 14 Ocak 2020 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	İmza
TEZ DANIŞMANI	: Prof. Dr. Hale BAYRAM	
JURİ ÜYESİ	: Prof. Dr. Filiz KABAPINAR	
JURİ ÜYESİ	: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kürşad DURU	
JURİ ÜYESİ	: Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül Kınık TOPALSAN	
JURİ ÜYESİ	: Prof. Dr. Bayram COŞTU	



## ÖZGEÇMİŞ

### EĞİTİM BİLGİLERİ

1995 - 1998	Özel Üsküdar Fen Lisesi
1998 - 2003	Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı Lisans Programı
2003 - 2006	Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Anabilim Dalı, Fen ve Matematik Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı
2010 - 2019	Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı Doktora Programı

### İŞ TECRÜBESİ

2006 - 2007	Orbay İlköğretim Okulu Fen Bilimleri Öğretmenliği
2007 - 2008	Firuzaga İlköğretim Okulu Fen Bilimleri Öğretmenliği
2008 - 2010	Piripaşa İlköğretim Okulu Fen Bilimleri Öğretmenliği
2015 - 2017	Talatpaşa Ortaokulu Fen Bilimleri Öğretmenliği
2017 - 2018	Nişantaşı Rüştü Uzel Anadolu Meslek ve Teknik Lisesi İngilizce Öğretmenliği
2018 - 2019	Talatpaşa Ortaokulu Fen Bilimleri Öğretmenliği
2019 -	Oruç Reis Ortaokulu Fen Bilimleri Öğretmenliği

### İLETİŞİM BİLGİLERİ

E-Posta : gulsahdb@gmail.com

## ETİK BEYANI

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırladığım çalışmamda;

- Sunduğum bilgileri, dokümanları ve verileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmamda yararlandığım eserlerin tamamına atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Elde ettiğim verilerde ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir, aksi bir durumda aleyhimde doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Gülşah DİYARBEKİR

22 / 11 / 2019

## ÖNSÖZ

Araştırma sürecinde danışmanlığımı üstlenerek, bana her zaman destek olan, sıcak ve samimi duygularıyla yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım çok değerli hocam Prof. Dr. Hale BAYRAM'a sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım. Tezin bilimsel kongrede sunumu aşamasında desteklerini esirgemeyen, yakın zamanda kaybettiğimiz değerli büyüğüm, Prof. Dr. Hale BAYRAM hocamın kıymetli eşi Hüseyin BAYRAM'ı saygı, sevgi ve şükranla anıyorum.

Çalışmalarım sırasında görüş ve önerileriyle bana her zaman destek olan, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Filiz KABAPINAR, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kürşad DURU, Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül Kınık TOPALSAN, Prof. Dr. Bayram COŞTU, Dr. Öğr. Üyesi Hatice MERTOĞLU ve Prof. Dr. Fatma ŞAHİN'e sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Lisans ve lisansüstü öğrenimimde beni destekleyen, doktora yapmam konusunda beni yöreklendiren, bugünlere gelmemde vesile olan değerli hocam Prof. Dr. Ali BAYKAL'a sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

İlkokuldan üniversiteye kadar öğrenim hayatımda bana emek veren değerli öğretmenlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bilgileriyle yolumu aydınlatan ve bana ilham kaynağı olan kaynakça bölümünde yer alan bütün eser sahiplerine teşekkürü bir borç bilirim.

Her zaman beni destekleyen, motive eden değerli arkadaşım Emine ÜNAL ÇARDAK'a teşekkürlerimi sunarım. Değerli katkılarından dolayı Levent SARI'ya teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın uygulanması sırasındaki desteklerinden dolayı Yavuz AKDUMAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmaya özveriyle katılan ve çalışma süresince uygulanan testlere samimiyetle cevap veren değerli öğrencilere teşekkürlerimi sunarım. Çalışma süresince ve sonrasında desteklerini benden esirgemeyen Talatpaşa Ortaokulu Müdürü Arif AKAY'a, Oruç Reis Ortaokulu Müdürü Apdullah TAŞDEMİR'e ve Oruç Reis Ortaokulu Müdür Yardımcısı Uğur ERDOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Başarılarımla her zaman gurur duyan, sevgisi ve desteğiyle hep yanımda olan annem Ayhan DİYARBEKİR'e ve ağabeyim Emrah DİYARBEKİR'e sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım. Sevgilerini her zaman yanımda hissettiğim babam Kemal DİYARBEKİR ve anneannem Mediha SAĞMANLI'yı saygı, sevgi ve sonsuz bir özlemle anıyorum.

Gülşah DİYARBEKİR



## ÖZET

### **ORTAOKUL 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KUVVET VE HAREKET KONUSUNDA SAHİP OLDUKLARI KAVRAM YANILGILARININ ONTOLOJİ TEMELİNDE BELİRLENMESİ VE ANİMASYON DESTEKLİ ÖĞRETİMLE GİDERİLMESİ**

Bu araştırmada ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin "Kuvvet ve Hareket" konusuyla ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesi, bu kavram yanılgılarının ontoloji temelinde değerlendirilmesi ve animasyon destekli öğretim yönteminin kavram yanılgılarının giderilmesindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma 2015-2016 eğitim-öğretim yılı içerisinde, İstanbul'daki bir ortaokulda öğrenim görmekte olan 52 yedinci sınıf öğrencisiyle yürütülmüştür. Araştırmanın modeli, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desendir. Çalışmada, kontrol grubu ve deney grubu olmak üzere iki grup yer almıştır. Kontrol grubunda "Kuvvet ve Hareket" ünitesi mevcut program çerçevesinde geleneksel yöntemlerle işlenirken, deney grubunda animasyon destekli öğretimle işlenmiştir. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön bilgilerini ölçmek amacıyla çalışmanın başlangıcında "Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi" ve kavram yanılgılarını ölçmek amacıyla "Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi" ön test olarak uygulanmıştır. Öğretim tamamlandıktan sonra başarı testi ve kavram testi her iki grupta tekrar son test olarak uygulanmıştır. Başarı testi, öğrencilerin konu ile ilgili akademik başarısını ölçmeyi hedefleyen 43 adet çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Öğrenciler doğru cevapladıkları her sorudan birer puan almışlardır. Kavram testi öğrencilerin kavram yanılgılarını ve bunların ontolojik açıdan sebeplerini belirlemeyi amaçlayan 25 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan iki aşamalı diagnostik bir testtir. Öğrenciler sorunun iki aşamasına da doğru yanıt verdikleri takdirde her sorudan ikişer puan almışlardır. Başarı ve kavram testinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması pilot uygulama sırasında uzman görüşlerinden yararlanılarak yapılmıştır.

Çalışmadan elde edilen veriler, nicel ve nitel yöntemlere göre analiz edilmiştir. Veri dağılımının normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi için Kolmogorov-

Smirnov testi uygulanmıştır. Normal dağılım gösterdiği belirlenen grupların puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılmasında parametrik bir test olan t-testi uygulanmıştır. Normal dağılım göstermeyen grupların puanlarının karşılaştırılmasında ise parametrik olmayan bağımsız gruplar Mann Whitney U Testi veya bağımlı gruplar Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubu ile geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubu arasında, akademik başarı ve kavram öğrenme düzeyleri açısından, deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın nitel veri analizi bölümünde ise öğrencilerin kuvvet ve hareket konusuyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiş, bu yanlışların ontolojik nedenleri saptanmış ve bu kavram yanlışlarının animasyon destekli öğretimle giderilip giderilmediği araştırılmıştır. Ontolojik görüşe göre, tüm varlıklar madde, süreç ve zihinsel durumlar olmak üzere üç temel ontolojik kategoriden birine aittirler. Her temel ontolojik kategori, alt kategorilere sahiptir. Maddenin alt kategorileri doğal ve yapay; sürecin alt kategorileri işlem, olay ve sınırlı etkileşimler; zihinsel durumların alt kategorileri ise duygusal ve kasıtlıdır. Ontolojik kategorileştirme, kavramların bu ontolojik kategorilerden birine yerleştirilme işlemidir. Çalışmada, öğrencilerin kavram yanlışlarının hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandıkları araştırılmıştır.

Kontrol grubunda belirlenen 500 kavram yanlışının, 71'inin 'madde', 423'ünün ise 'süreç' kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı belirlenmiştir. Deney grubunda ise belirlenen 485 kavram yanlışının 69'unun "madde" kategorisine, 409'unun ise "süreç" kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Kontrol ve deney grubunda belirlenen kavram yanlışlarının büyük çoğunluğunun "süreç" kategorisinin alt kategorilerine yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin madde kategorisinde yer alan kavram yanlışlarının %26,76'sı, süreç kategorisinde yer alan kavram yanlışlarının ise %18,44'ü yapılan geleneksel öğretim sonucunda giderilebilmiştir. Deney grubunda ise madde kategorisinde yer alan kavram yanlışlarının %30,43'ü, süreç kategorisinde yer alan kavram yanlışlarının ise %33,25'i animasyon destekli öğretim sonucunda giderilebilmiştir. Bu bulgulardan yola çıkarak, geleneksel öğretim yönteminin

öğrencilerin madde kategorisine yerleştirdikleri kavram yanlışlarını gidermede etkili olabildiği, fakat süreçle ilgili kavramların öğretilmesinde sürecin dinamik görsellerle anlatıldığı animasyon destekli öğretim yönteminin daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin, uygulama öncesinde ve sonrasında sahip oldukları kavram yanlışlarının ontolojik nedenleri incelendiğinde, yanlışların oluşmasında iki temel sebebe rastlanmıştır. Bu yanlışların, kavramın aynı ontolojik kategori içerisindeki yanal kategoriye veya farklı bir üst ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı belirlenmiştir. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin üst ve yanal kategorilere yerleştirdikleri kavram yanlışlarının giderilme oranları incelenmiştir. Kontrol grubunda, yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 241 kavram yanlışlığı ve üst kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 259 kavram yanlışlığı belirlenmiştir. Kontrol grubunda yapılan geleneksel öğretim sonucunda yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 241 kavram yanlışlığının 38'inin giderildiği belirlenmiştir. Kontrol grubunda yanal kategoride giderilen kavram yanlışlarının oranı %15,77 olarak bulunmuştur. Üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 259 kavram yanlışlığının 62'si yapılan geleneksel öğretim sonucunda giderilmiştir. Üst kategoride giderilen kavram yanlışlarının oranı %23,94 olarak bulunmuştur.

Deney grubunda, yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 225 kavram yanlışlığı ve üst kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 260 kavram yanlışlığı belirlenmiştir. Yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 225 kavram yanlışlığının 55'inin yapılan animasyon destekli öğretim sonucunda giderildiği belirlenmiştir. Yanal kategoride giderilen kavram yanlışlarının oranı %24,44 olarak bulunmuştur. Üst kategoriye yerleştirilen 260 kavram yanlışlığından 102'si yürütülen animasyon destekli çalışmalar sayesinde giderilmiştir. Üst kategoride giderilen kavram yanlışlarının oranı %39,23 olarak bulunmuştur. Araştırmanın sonuçlarına göre, animasyon destekli öğretim yönteminin, yanal ve üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarını düzeltmede, geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Animasyon Destekli Öğretim, Kavram Yanlışlığı, Kavramsal Değişim, Kuvvet ve Hareket, Ontoloji, Ontolojik Kategoriler

## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF 7<sup>th</sup> GRADE STUDENTS' MISCONCEPTIONS ON THE FORCE AND MOTION SUBJECT BASED ON THE ONTOLOGY AND ELIMINATION OF MISCONCEPTIONS WITH ANIMATION ASSISTED INSTRUCTION**

In this research, it is aimed to determine seventh grade students' misconceptions on the subject of "Force and Motion", to categorize these misconceptions in an ontological sense and to investigate the effectiveness of animation assisted instruction in eliminating these misconceptions.

The study was conducted during 2015-2016 academic year, with the participation of 52 seventh grade students that are studying in a primary school in İstanbul. The design of this study is the pre test-post test control group quasi-experimental design. The study was carried out with two groups, namely control and experimental groups. "Force and Motion" subject is taught with traditional methods in control group and with animation assisted instruction in experimental group. Control and experimental group students' preconceptions were evaluated with the application of "Force and Motion Issue Academic Achievement Test" as pre-test and their misconceptions were analyzed with the application of "Force and Motion Issue Concept Test" at the beginning of the study. After the instruction has conducted, the achievement test and the concept test were again applied to both of the groups as post-test. The achievement test was composed of 43 multiple choice test questions that were aiming to evaluate the students' academic success related with the subject. Students gained one point for each question that they answered correctly. Concept test was a two-tier diagnostic test, composed of 25 multiple choice test questions and aimed to determine students' misconceptions and the ontological basis of these misconceptions. Students gained two points from each question if they answered both tiers of the question correctly. The achievement and concept tests' reliability and validity studies were conducted during the pilot application of the study by benefiting from expert view.

The data of the study were analyzed with both quantitative and qualitative methods. Kolmogorov-Smirnov Test is applied in order to determine if the data is normally



distributed or not. Parametric t-test is applied to the normally distributed groups in order to determine if there is a meaningful difference between the scores. Nonparametric independent groups Mann Whitney U Test or dependent groups Wilcoxon Signed Rank Test is applied to compare the scores of groups which are not normally distributed. According to the findings, it is found that there is a significant difference between animation assisted instruction applied experimental group and traditional instruction applied control group in terms of academic success and concept learning levels in favor of experimental group.

In the qualitative analysis part of the research, students' misconceptions related with force and motion subject were determined, their ontological basis were analyzed and also it was investigated if those misconceptions were eliminated with animation assisted instruction or not. According to ontological view, all entities belong to one of three main ontological categories, which are matter, processes and mental states. Each main ontological category has subcategories in it. Matter's subcategories are natural kind and artifacts; processes' subcategories are procedure, events and constraint-based interactions; mental states' subcategories are emotional and intentional. Ontological categorization is the process of identifying concepts to one of these ontological categories. Students' misconceptions resulting from misplacement into which ontological category were investigated in the study.

In the control group, 71 out of 500 misconceptions were determined to be misplaced into the "matter" category and 423 of them were determined to be misplaced into the "processes" category. In the experimental group, 69 out of 485 misconceptions were determined to be misplaced into the "matter" category and 409 of the misconceptions were determined to be misplaced into the "processes" category. The misconceptions ascertained in both control and experimental groups resulted mostly because of wrongly placement into the subcategories of "processes" category. In the control group, 26,76% of the misconceptions placed in the matter category and 18,44% of the misconceptions placed in the processes category were corrected after the traditional instruction. In the experimental group, 30,43% of the misconceptions placed in the matter category and 33,25% of the misconceptions placed in the processes category were corrected after the animation assisted instruction. According to these findings, it was found that traditional instruction was mostly effective at eliminating the misonceptions placed in the matter

category but describing the process via animation assisted instruction was more effective at teaching the concepts related with the process.

Investigating the ontological reasons of misconceptions that control and experimental groups have before and after the application, it was found that those misconceptions have come upon because of two main reasons. It was determined that these misconceptions arose from either placing wrongly to a lateral category in the same ontological category or placing to a different higher ontological category. The elimination rate of control and experimental group students' misconceptions placing into lateral and higher category were investigated. At the control group, 241 misconceptions were determined to be placed to the lateral category and 259 misconceptions were determined to be placed to the higher category. 38 misconceptions of 241 misconceptions determined to be placed to the lateral category were corrected after the traditional study at the control group. The rate of corrected misconceptions in lateral category was found to be 15,77% at the control group. 62 misconceptions of 259 misconceptions arising from placing to the higher category were corrected after the traditional study. The rate of corrected misconceptions in higher category was found to be 23,94%.

At the experimental group, 225 misconceptions were determined to be placed to the lateral category and 260 misconceptions were determined to be placed to the higher category. 55 misconceptions of those 225 misconceptions arising from placing to the lateral category were corrected after animation assisted instruction. The rate of corrected misconceptions in lateral category was found to be 24,44%. 102 misconceptions among 260 misconceptions placed on the higher category were corrected thanks to animation assisted studies carried out. The rate of corrected misconceptions in higher category was found to be 39,23%. According to the findings of the research, it is concluded that animation assisted instruction is more successful than traditional instruction at overcoming misconceptions that are derived from miscategorizations into lateral and higher ontological categories.

**Key Words:** Animation Assisted Instruction, Misconception, Conceptual Change, Force and Motion, Ontology, Ontological Categories

# İÇİNDEKİLER

<b>ONAY</b> .....	<b>i</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>ii</b>
<b>ETİK BEYANI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>xii</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>xx</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xxx</b>
<b>KISALTMA VE SEMBOLLER</b> .....	<b>xxxv</b>
<b>BÖLÜM I: GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Problem .....	1
1.2. Amaç .....	2
1.3. Araştırmanın Önemi .....	5
1.4. Sınırlılıklar .....	6
1.5. Sayıtlar .....	7
1.6. Tanımlar .....	7
<b>BÖLÜM II: İLGİLİ ARAŞTIRMALAR</b> .....	<b>8</b>
2.1. Kavram Nedir? .....	8
2.2. Kavramların Özellikleri .....	9
2.3. Kavram Geliştirme Süreçleri .....	11
2.4. Kavram Öğretimi .....	12
2.5. Kavram Yanılgıları .....	13
2.5.1. Kavram Yanılgılarının Özellikleri .....	16
2.5.2. Kavram Yanılgılarının Sınıflandırılması .....	18
2.5.3. Kavram Yanılgılarının Oluşumu .....	19
2.5.4. Kavram Yanılgılarının Oluşum Nedenleri .....	21
2.5.5. Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi .....	24
2.5.6. Kavram Yanılgılarının Giderilmesi .....	26
2.5.7. Kavramsal Değişim .....	28

2.5.8. Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Çeşitli Araştırmalarda Belirlenen Kavram Yanılgıları .....	32
2.5.8.1. Kinematik ve Dinamik Konuları İle İlgili Kavram Yanılgıları .....	32
2.5.8.2. Enerji Konusu İle İlgili Kavram Yanılgıları .....	38
2.5.8.3. İş Konusu İle İlgili Kavram Yanılgıları .....	54
2.6. Ontoloji Nedir? .....	64
2.7. Bilimsel Bilginin Varlık Alanına Yönelik Yapılan Çalışmalar .....	64
2.8. Kavram Yanılgılarının Ontolojik Nedenleri .....	65
2.9. Öğrenme Sürecinde Kategorize Etme .....	66
2.10. Ontolojik Kategoriler ve Özellikleri .....	67
2.10.1. Madde (Matter) Kategorisi .....	70
2.10.1.1. Canlılar ve Cansızlar Kategorilerinin Karşılaştırılması .....	70
2.10.2. Süreç (Process) Kategorisi .....	71
2.10.2.1. Prosedür Kategorisi .....	72
2.10.2.2. Olaylar Kategorisi .....	72
2.10.2.3. Sınırlı Etkileşimler Kategorisi .....	73
2.10.2.3.1. Madde ve Sınırlı Etkileşim Kategorilerinin Karşılaştırılması .....	73
2.10.2.3.2. Olay ve Sınırlı Etkileşim Kategorilerinin Karşılaştırılması .....	75
2.10.2.3.3. Sınırlı Etkileşimler Kategorisine Yerleştirilen Kavramların Öğrenilmesi Neden Zordur? .....	76
2.10.3. Zihinsel Durumlar (Mental States) Kategorisi .....	77
2.11. Hiyerarşik, Yanal ve Paralel Kategorilerin Karşılaştırılması .....	77
2.11.1. Hiyerarşik Kategoriler .....	77
2.11.2. Yanal Kategoriler .....	78
2.11.3. Paralel Kategoriler .....	79
2.12. Fen Bilimlerinde Karşılaşılan Bazı Kavram Yanılgılarının Ontolojik Açından İncelenmesi .....	79
2.13. Kavram Yanılgılarının Ontolojik Nedenlerinin Araştırıldığı Çalışmalar .....	84
2.14. Bilgisayar Destekli Öğretim Yönteminin Eğitimdeki Önemi .....	94
2.14.1. Bilgisayar Destekli Öğretimin Olumlu Yönleri .....	95

2.14.2. Bilgisayar Destekli Öğretimin Olumsuz Yönleri .....	96
2.14.3. Bilgisayar Destekli Öğretimde Öğretmenin Rolü .....	97
2.14.4. Bilgisayar Destekli Fen Öğretiminin Başarıya ve Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi .....	98
2.15. Animasyon Destekli Öğretim Yönteminin Eğitimdeki Önemi .....	100
2.15.1. Animasyon Nedir? .....	100
2.15.2. Fen Bilimleri Dersinde Animasyon Destekli Öğretimin Kullanılmasının Önemi .....	101
2.15.3. Fen Bilimleri Dersinde Animasyon Kullanımının Etkisinin Araştırıldığı Çalışmalar .....	105
<b>BÖLÜM III: YÖNTEM .....</b>	<b>108</b>
3.1. Araştırmanın Modeli .....	108
3.1.1. Kontrol Grubunda Öğretim Yöntemi .....	109
3.1.2. Deney Grubunda Öğretim Yöntemi .....	109
3.2. Çalışma Grubu .....	110
3.3. Veri Toplama Araçları .....	111
3.3.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi .....	111
3.3.2. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi .....	122
3.3.2.1. İki Aşamalı Kavram Yanılgıları Teşhis Testinin Geliştirilmesi .....	123
3.3.2.1.1. İçeriğin Belirlenmesi .....	125
3.3.2.1.1.1. Birinci Adım: Konuyla İlgili Bilgi Önergelerinin Belirlenmesi .....	125
3.3.2.1.1.2. İkinci Adım: Kavramsal İlişkilerin Belirlenmesi .....	128
3.3.2.1.1.3. Üçüncü Adım: Konuyla İlgili Kavram Haritalarının Geliştirilmesi .....	128
3.3.2.1.1.4. Dördüncü Adım: Kapsam Geçerliliğinin Sağlanması.....	128
3.3.2.1.2. Alternatif Kavramların Belirlenmesi .....	129
3.3.2.1.2.1. Beşinci Adım: İlgili Literatürün İncelenmesi ve Araştırmacının Deneyimleri .....	129
3.3.2.1.2.2. Altıncı Adım: Testin İkinci Aşamasının Açık Uçlu Olarak Geliştirilmesi ve Testin Uygulanması .....	134

3.3.2.1.2.3. Yedinci Adım: Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Mülakatlarının Gerçekleştirilmesi ve Çoktan Seçmeli Gereçlerin Yazılması .....	135
3.3.2.1.3. İki Aşamalı Teşhis Testinin Geliştirilmesi .....	136
3.3.2.1.3.1. Sekizinci Adım: İki Aşamalı Teşhis Testinin Geliştirilmesi .....	136
3.3.2.1.3.2. Dokuzuncu Adım: Belirtke Tablosunun Oluşturulması .....	136
3.3.2.1.3.3. Onuncu Adım: Uzman Görüşlerinin Alınması ve Düzenlemelerin Devam Ettirilmesi .....	143
3.3.2.2. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Maddelerinin Ontolojik Açıdan İncelenmesi .....	144
3.3.2.3. İki Aşamalı Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Analizi .....	144
3.4. Çalışma Kapsamında Oluşturulan Öğretim Materyallerinin Hazırlanması .....	150
3.5. Animasyon Destekli Öğretimde Kullanılmak Üzere Geliştirilen Öğretim Materyalleri - Animasyonlar .....	153
3.6. Öğretim Planının Uygulanması .....	166
3.6.1. Kontrol Grubunda Öğretim Planının Uygulanması .....	168
3.6.2. Deney Grubunda Öğretim Planının Uygulanması .....	168
3.7. Verilerin Toplanması .....	169
3.8. Verilerin Çözümlemesi .....	170
3.8.1. Verilerin Nicel Olarak Değerlendirilmesi .....	170
3.8.2. Verilerin Nitel Olarak Değerlendirilmesi .....	171
<b>BÖLÜM IV: BULGULAR VE YORUMLAR .....</b>	<b>173</b>
4.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testine Ait Bulgular ve Yorumlar .....	173
4.1.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Testine Ait Bulgular ve Yorumlar .....	175
4.1.2. Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test ve Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar .....	175
4.1.3. Deney Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test ve Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar .....	176

4.1.4. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar .....	177
4.2. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testine Ait Bulgular ve Yorumlar .....	177
4.2.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Testine Ait Bulgular ve Yorumlar.	178
4.2.2. Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar .....	179
4.2.3. Deney Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar .....	180
4.2.4. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar .....	180
4.3. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sorularının Analizi .....	181
4.3.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Birinci Sorusuna Ait Analizler .....	184
4.3.2. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin İkinci Sorusuna Ait Analizler .....	193
4.3.3. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Üçüncü Sorusuna Ait Analizler .....	203
4.3.4. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Dördüncü Sorusuna Ait Analizler .....	215
4.3.5. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Beşinci Sorusuna Ait Analizler .....	224
4.3.6. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Altıncı Sorusuna Ait Analizler .....	233
4.3.7 Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yedinci Sorusuna Ait Analizler .....	242
4.3.8. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Sekizinci Sorusuna Ait Analizler .....	250
4.3.9. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Dokuzuncu Sorusuna Ait Analizler .....	259
4.3.10. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onuncu Sorusuna Ait Analizler .....	267

4.3.11. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onbirinci Sorusuna Ait Analizler .....	277
4.3.12. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onikinci Sorusuna Ait Analizler .....	286
4.3.13. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onüçüncü Sorusuna Ait Analizler .....	294
4.3.14. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Ondördüncü Sorusuna Ait Analizler .....	302
4.3.15. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onbeşinci Sorusuna Ait Analizler .....	311
4.3.16. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onaltıncı Sorusuna Ait Analizler .....	319
4.3.17. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onyedinci Sorusuna Ait Analizler .....	327
4.3.18. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onsekizinci Sorusuna Ait Analizler .....	335
4.3.19. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Ondokuzuncu Sorusuna Ait Analizler .....	346
4.3.20. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirminci Sorusuna Ait Analizler .....	355
4.3.21. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirmibirinci Sorusuna Ait Analizler .....	365
4.3.22. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirmiikinci Sorusuna Ait Analizler .....	375
4.3.23. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirmiüçüncü Sorusuna Ait Analizler .....	384
4.3.24. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirmidördüncü Sorusuna Ait Analizler .....	393
4.3.25. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirmibeşinci Sorusuna Ait Analizler .....	406
4.4. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Üst ve Yanal Kategorilere Göre Dağılımı .....	417



4.5. Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Üst ve Yanal Kategorilere Göre Dağılımı .....	422
4.6. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Giderilme Oranlarının Soru Bazında Karşılaştırılması .....	429
4.7. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Ontolojik Kategorilere Göre Dağılımlarının Ve Giderilme Oranlarının Karşılaştırılması .....	430
4.8. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Üst ve Yanal Kategorilere Yerleştirmeden Kaynaklanan Kavram Yanılgılarının Giderilme Oranlarının Karşılaştırılması .....	434
<b>BÖLÜM V: YARGI, SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>436</b>
5.1. Yargı ve Sonuç .....	436
5.1.1. Kontrol Ve Deney Grubu Öğrencilerinin Öğretim Öncesi Ve Sonrası, Konu İle İlgili Akademik Başarıları Arasında Anlamlı Bir Fark Var Mıdır?.....	436
5.1.2. Kontrol Ve Deney Grubu Öğrencilerinin Öğretim Öncesi Ve Sonrası, Konu İle İlgili Kavram Öğrenme Düzeyleri Arasında Anlamlı Bir Fark Var Mıdır? .....	438
5.2. Tartışma .....	438
5.2.1. Kuvvet Ve Hareket Konusuyla İlgili Belirlenen Kavram Yanılgılarının Değerlendirilmesi .....	439
5.2.2. Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kullanılan Öğretim Yöntemleri İle İlgili Değerlendirmeler .....	441
5.2.3. Geleneksel Öğretim Uygulamalarının Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Etkisi İle İlgili Değerlendirmeler .....	442
5.2.4. Animasyon Destekli Öğretim Uygulamalarının Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Etkisi İle İlgili Değerlendirmeler .....	444
5.2.5. Kuvvet Ve Hareket Konusuyla İlgili Belirlenen Kavram Yanılgılarının Ontolojik Kategorilere Göre Değerlendirilmesi .....	445
5.2.6. Geleneksel ve Animasyon Destekli Öğretim Yöntemlerinin, Kavramların Temel Ontolojik Kategorilere Yerleştirilmesinden Kaynaklanan Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Etkilerinin Karşılaştırılması .....	449

5.2.7. Geleneksel ve Animasyon Destekli Öğretim Yöntemlerinin, Kavramların Yanal ve Üst Ontolojik Kategorilere Yerleştirilmesinden Kaynaklanan Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Etkilerinin Karşılaştırılması .....	452
5.3. Öneriler .....	452
5.3.1. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler .....	452
5.3.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler .....	455
5.3.3. Öğretim Materyali Geliştireceklere Öneriler .....	458
5.3.4. Öğretim Programı Geliştireceklere Öneriler .....	459
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>461</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>497</b>
Ek 1: Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi .....	497
Ek 2: Kuvvet ve Hareket Konusu İle İlgili Kavram Haritası .....	503
Ek 3: Kuvvet ve Hareket Konusu İle İlgili Kavram Haritası - Mekanik, Statik, Kinematik, Dinamik İlişkisi .....	504
Ek 4: Kuvvet ve Hareket Konusu İle İlgili Kavram Haritası - Newton'un Kanunları, Kuvvet ve Hareket İlişkisi .....	505
Ek 5: Kuvvet ve Hareket Konusu İle İlgili Kavram Haritası - İş, Güç, Enerji ve Basit Makineler İlişkisi .....	506
Ek 6: Kuvvet ve Hareket Konusu İle İlgili Kavram Haritası - Enerji Çeşitleri ve Enerjinin Özellikleri .....	507
Ek 7: Kuvvet ve Hareket Konusu İle İlgili Kavram Haritası - Bütün Kavramlar .....	508
Ek 8: Animasyon Destekli Öğretim Yönteminde Uygulanmak Üzere Geliştirilen Animasyonlar .....	509
Ek 9: Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi .....	585
Ek 10: Kuvvet Ve Hareket Konusu Kavram Testi'ne Kontrol Ve Deney Grubu Öğrencilerinin Ön Testte Ve Son Testte Verdikleri Cevapların Haritaları .....	598
Ek 11: Uygulama İzin Yazısı .....	648

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Kuvvet ve Hareket Konusunda Sahip Olunan Kavram Yanılgıları İle İlgili Yapılan Araştırmaların Kronolojik Sıralaması .....	57
Tablo 3.1. Araştırma Deseni .....	108
Tablo 3.2. Kontrol ve Deney Gruplarındaki Öğrenci Sayıları ve Kız-Erkek Öğrenci Dağılımı .....	110
Tablo 3.3. Kontrol ve Deney Grubundaki Öğrencilerin Çalışma Günleri ve Saatleri ..	110
Tablo 3.4. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi Puanlama Cetveli .....	112
Tablo 3.5. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi Sorularının Güçlük İndeksleri ile Ayırt Edicilik İndeksleri .....	114
Tablo 3.6. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi Sorularının Cronbach's Alpha Katsayısı İçin Madde Analizi .....	116
Tablo 3.7. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nde Belirlenen Sorular Çıkarıldıktan Sonra (37,41,43,47) Cronbach's Alpha Katsayısı İçin Madde Analizi .....	118
Tablo 3.8. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'ndeki Soruların Konu Kazanımları .....	120
Tablo 3.9. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Yanılgıları Teşhis Testi Kazanımları .....	125
Tablo 3.10. Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram ve Kazanımlarla İlgili Literatürde Konu Edilen Kavram Yanılgıları ve Kaynaklar .....	130
Tablo 3.11. Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Kavram Yanılgılarının İlişkili Oldukları KHKKT Test Maddelerine, Animasyonlara ve Ontolojik Kategoriler Göre Dağılımı .....	138
Tablo 3.12. İki Aşamalı Testleri Türleri ve İçerikleri .....	144
Tablo 3.13. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sorularının Güçlük İndeksleri ile Ayırt Edicilik İndeksleri .....	146
Tablo 3.14. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sorularının Cronbach's Alpha Katsayısı İçin Madde Analizi .....	149
Tablo 3.15. Animasyonların Kuvvet Ve Hareket Konularına Göre Dağılımı .....	156

Tablo 4.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test ve Son Testine Ait Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk Normallik Testi Bulguları .....	174
Tablo 4.2. Kontrol ve Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test Puanlarının Bağımsız t-Testi ile Karşılaştırılması .....	175
Tablo 4.3. Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test ve Son Test Puanlarının Parametrik Olmayan Bağımlı Grup Wilcoxon Testi ile Karşılaştırılması .....	175
Tablo 4.4. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test ve Son Test Puanlarının Bağımlı Grup t-Testi ile Karşılaştırılması .....	176
Tablo 4.5. Kontrol ve Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Son Test Puanlarının Bağımsız Grup Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması .....	177
Tablo 4.6. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Kavram Ön Test ve Son Testine Ait Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk Normallik Testi Bulguları .....	177
Tablo 4.7. Kontrol ve Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test Puanlarının Bağımsız Grup Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması .....	178
Tablo 4.8. Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Kavram Ön Test ve Son Test Puanlarının Parametrik Olmayan Bağımlı Grup Wilcoxon Testi ile Karşılaştırılması .....	179
Tablo 4.9. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Test Puanlarının Bağımlı Grup t-Testi ile Karşılaştırılması .....	180
Tablo 4.10. Kontrol ve Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Son Test Puanlarının Bağımsız t-Testi ile Karşılaştırılması .....	180
Tablo 4.11. Kuvvet ve Hareket Kavram Testi Değerlendirmesi .....	182
Tablo 4.12. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Birinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	186
Tablo 4.13. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Birinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	188

Tablo 4.14. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin İkinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	195
Tablo 4.15. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin İkinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	196
Tablo 4.16. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Üçüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	206
Tablo 4.17. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	207
Tablo 4.18. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Dördüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	217
Tablo 4.19. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	218
Tablo 4.20. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Beşinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	226
Tablo 4.21. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	227
Tablo 4.22. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Altıncı Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	235
Tablo 4.23. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	236
Tablo 4.24. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yedinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	244
Tablo 4.25. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	245
Tablo 4.26. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Sekizinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	252

Tablo 4.27. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	253
Tablo 4.28. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Dokuzuncu Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	261
Tablo 4.29. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	262
Tablo 4.30. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onuncu Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	269
Tablo 4.31. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	270
Tablo 4.32. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onbirinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	279
Tablo 4.33. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onbirinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	280
Tablo 4.34. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onikinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	288
Tablo 4.35. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	289
Tablo 4.36. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onüçüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	295
Tablo 4.37. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	297
Tablo 4.38. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Ondördüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	304

Tablo 4.39. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Ondördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	305
Tablo 4.40. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onbeşinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	313
Tablo 4.41. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onbeşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	314
Tablo 4.42. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onaltıncı Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	321
Tablo 4.43. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onaltıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	322
Tablo 4.44. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onyedinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	329
Tablo 4.45. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onyedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	330
Tablo 4.46. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onsekizinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	338
Tablo 4.47. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Test Onsekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	339
Tablo 4.48. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Ondokuzuncu Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	349
Tablo 4.49. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Ondokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	350
Tablo 4.50. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirminci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	358

Tablo 4.51. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirminci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	359
Tablo 4.52. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmibirinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	368
Tablo 4.53. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmibirinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	369
Tablo 4.54. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmiikinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	377
Tablo 4.55. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmiikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	378
Tablo 4.56. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmiüçüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	387
Tablo 4.57. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmiüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	388
Tablo 4.58. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmidördüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	396
Tablo 4.59. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmidördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	398
Tablo 4.60. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmibeşinci Sorusunu Anlama Seviyeleri .....	409
Tablo 4.61. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmibeşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları .....	410
Tablo 4.62. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Üst ve Yanal Ontolojik Kategorilere Göre Dağılımı .....	417
Tablo 4.63. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Belirlenen Kategorilere Göre Değişimi .....	419



Tablo 4.64. Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Üst ve Yanal Ontolojik Kategorilere Göre Dağılımı .....	423
Tablo 4.65. Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Belirlenen Kategorilere Göre Değişimi .....	425
Tablo 4.66. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Giderilme Oranlarının Soru Bazında Karşılaştırılması .....	429
Tablo 4.67. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Ontolojik Kategorilere Göre Dağılımı Ve Giderilme Oranları .....	431
Tablo 4.68. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Madde ve Süreç Temel Kategorilerine Yerleştirmeden Kaynaklanan Kavram Yanılgılarının Giderilme Oranları .....	433
Tablo 4.69. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Üst ve Yanal Kategorilere Yerleştirmeden Kaynaklanan Kavram Yanılgılarının Giderilme Oranları ....	434
Tablo 4.70. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Başlangıçta Var Olan ve Giderilen Kavram Yanılgıları Sayıları .....	435

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kavramsal Değişim Modeli (Swift, 1984) .....	31
Şekil 2.2. Brown (1989) Çalışmasında Kullanılan Farklı Durumlardaki Etki-Tepki İlişkisinin Sorulduğu Kartlar .....	37
Şekil 2.3. Chi, Slotta ve Leeuw (1994) Tarafından Tasarlanan Ontolojik Kategoriler Ağacı .....	65
Şekil 2.4. Chi ve ark. (1994) Tarafından Tasarlanan Ontolojik Kategoriler ve Özellikleri .....	69
Şekil 2.5. Madde Kategorisinin Alt Kategorileri .....	70
Şekil 2.6. Süreç Kategorisinin Alt Kategorileri .....	71
Şekil 2.7. Canlılar Ontolojik Kategorisi ve Alt Kategorileri .....	78
Şekil 2.8. Basit Elektrik Devresinin Su Tesisatı Düzenine Benzetilmesi, Elektrik Akımı Kavramının Akışkan Madde Olarak Algılanmasına Yol Açabilmektedir (Gezer, 2018) .....	79
Şekil 2.9. Fiziksel Olay ve Kimyasal Olay Kavramlarının Olay Kategorisi İçerisine Yerleştirilmesi .....	82
Şekil 2.10. Clement (1982)'in Çalışmasında Fırlatılan Cisme Etkiyen Kuvvetlerin Sorulduğu Soruya Verilen Öğretmen ve Öğrenci Cevapları .....	83
Şekil 3.1. Treagust (1988) Tarafından Geliştirilen İki-Aşamalı Çoktan Seçmeli Teşhis Testinin Geliştirilme Modeli (Kenan ve Özmen, 2014) .....	124
Şekil 3.2. Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Animasyonlar Uygulaması'nın Arayüzü .....	153
Şekil 3.3. Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Animasyonlar Uygulamasında Yer Alan Animasyonların Tanıtımı 1 .....	155
Şekil 3.4. Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Animasyonlar Uygulamasında Yer Alan Animasyonların Tanıtımı 2 .....	155
Şekil 3.5. Birinci Animasyon: Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir? - Farklı Hareketlerin Keşfedilmesi .....	165

Şekil 3.6. Birinci Animasyon: Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir? - Aynı Zamanda Aynı Yolu Alan Hareketliler Farklı Hareketler Yapabilir .....	166
Şekil 3.7. Veri Toplama Yöntemleri .....	170
Şekil 4.1. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Birinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	190
Şekil 4.2. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Birinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	192
Şekil 4.3. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi İkinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	199
Şekil 4.4. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi İkinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	201
Şekil 4.5. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Üçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	210
Şekil 4.6. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Üçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	212
Şekil 4.7. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Dördüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	220
Şekil 4.8. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Dördüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	222
Şekil 4.9. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Beşinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	228
Şekil 4.10. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Beşinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	231
Şekil 4.11. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Altıncı Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	238
Şekil 4.12. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Altıncı Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	240
Şekil 4.13. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yedinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	246
Şekil 4.14. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yedinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	248

Şekil 4.15. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sekizinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	255
Şekil 4.16. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sekizinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	257
Şekil 4.17. Uygulanan Kuvvet Sonucunda Salıncağın Her Defasında Daha Çok Yükselmesi .....	260
Şekil 4.18. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Dokuzuncu Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	264
Şekil 4.19. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Dokuzuncu Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	265
Şekil 4.20. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onuncu Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	272
Şekil 4.21. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onuncu Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	274
Şekil 4.22. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onbirinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	282
Şekil 4.23. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onbirinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	284
Şekil 4.24. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onikinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	290
Şekil 4.25. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onikinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	292
Şekil 4.26. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onüçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	298
Şekil 4.27. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onüçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	300
Şekil 4.28. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Ondördüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	307
Şekil 4.29. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Ondördüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	309
Şekil 4.30. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onbeşinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	316

Şekil 4.31. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onbeşinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	317
Şekil 4.32. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onaltıncı Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	323
Şekil 4.33. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onaltıncı Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	325
Şekil 4.34. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onyedinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	331
Şekil 4.35. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onyedinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	333
Şekil 4.36. Topun Belli Bir Yükseklikten İlk Hızla Fırlatılmasından Sonra Topun Daha Fazla Yüksüleceğinin Gösterimi (Cerit Berber (2008)'den Adapte Edilmiştir) .....	337
Şekil 4.37. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onsekizinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	341
Şekil 4.38. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onsekizinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	343
Şekil 4.39. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Ondokuzuncu Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	352
Şekil 4.40. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Ondokuzuncu Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	353
Şekil 4.41. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirminci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	361
Şekil 4.42. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirminci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	363
Şekil 4.43. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmibirinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	371
Şekil 4.44. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmibirinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	373
Şekil 4.45. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmiikinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	380

Şekil 4.46. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmiikinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	382
Şekil 4.47. Bisikletlinin Pedalları Çevirirken ve Çevirmeyi Bıraktığındaki Hız Değişimi ile İş ve Enerjinin Birbirine Dönüşümü (Cerit Berber (2008)'den Adapte Edilmiştir) .....	386
Şekil 4.48. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmiüçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	389
Şekil 4.49. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmiüçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	391
Şekil 4.50. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmidördüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi ..	400
Şekil 4.51. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmidördüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi ..	403
Şekil 4.52. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmibeşinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	412
Şekil 4.53. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmibeşinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi .....	415

## KISALTMA VE SEMBOLLER

BDÖ: Bilgisayar Destekli Öğretim

KHKBT: Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi

KHKKT: Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi

KY: Kavram Yanılgısı

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

\*: Doğru Cevap



## BÖLÜM I: GİRİŞ

### 1.1. Problem

Öğrenciler günlük hayattaki tecrübelerinden edindikleri pek çok ön bilgilerle okul sıralarına gelirler. Öğrenci bu kavramlarla ilk karşılaştığı aşamada onu, mevcut kavramlarla karşılaştırarak anlamlandırma, diğer kavramlarla olan benzerliklerini ve farklılıklarını belirleyip, onu kategorize etme eğilimindedir. Eğer kişi bu kategorize etme sırasında yanlışlık yapar, karşılaştığı yeni kavramı yanlış bir şekilde sınıflandırır ve olması gerektiğinin dışında başka bir kategoriye atarsa, o zaman kavram yanılığı oluşur (Johnston ve Southerland, 2000). Oluşan bu kavram yanılığları da çoğu zaman öğretime karşı dirençlidir ve sebepleri irdelenmediği sürece giderilmesi güçtür. Öğrencide kavram yanılığı oluşuktan sonra konu ile ilgili diğer bilgiler de üstüne ekleneceğinden, öğrencinin bağlantılı diğer konuları da anlaması güçleşecektir. Bu sebeplerden kavram yanılığlarının belirlenmesi ve giderilmesi için çözüm yollarının aranması, eğitimin verimli bir şekilde devam edebilmesi açısından oldukça önemlidir.

Fen bilgisi dersinde oluşan kavram yanılığlarının önemli bir sebebi, konuların birçoğunun soyut kavramlardan oluşması ve öğrencilerin bunları tam olarak anlamlandıramamasıdır. Kavram yanılığları öğretim sırasında da oluşabilir. Örneğin elektrik akımının akmasından bahsetmek; öğrencinin elektrik akımını akışkan bir madde gibi düşünmesi, elektriğin pilde depolanması ve elektrik tellerinden sıvı gibi akarak ilerlemesi şeklinde düşünmesi ile sonuçlanabilir. Bir başka örnek, atomların mikroplar gibi çok küçük olduğunun söylenmesi, öğrenciler tarafından atomların canlı olabileceği şeklinde yargıya varmasına neden olabilir. Bu ve bunun gibi pek çok kavram yanılığı araştırmacıların da dikkatini çekmiş ve bu konularda çeşitli araştırmalar yapmışlardır. Kavram yanılığlarının farkına varılması ve bunların öğretimle düzeltilmesi eğitimin verimli bir şekilde devam etmesi açısından önemlidir.

Yapılan araştırmalar öğrencilerin ısı, ışık, kuvvet, elektrik akımı gibi pek çok konuda kavram yanılığlarına sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Yapılan bazı çalışmalar kavram yanılığları olmasına karşın, belli soru tiplerini nasıl çözmesi gerektiğini bildiğinden sınavlardan yüksek alabilen öğrencilerin olduğunu ortaya çıkarmıştır (Slota, Chi, Joram, 1995).



Chi, Slotta ve Leeuw (1994)'e göre kavram yanlışları farklı ontolojik kategorilere yerleştirilmiş olan kavramlardır. Ontoloji varlık bilimidir. Ontolojiye göre tüm varlıklar ve kavramlar üç temel kategoride toplanabilir. Bunlar: madde, süreç ve zihinsel durum kategorileridir (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994; Johnston ve Southerland, 2000). Her bir kategorinin alt kategorileri de vardır. Kavramların ontolojik kategorilere yanlış yerleştirilmesinden dolayı kavram yanlışları ortaya çıkar (Johnston ve Southerland, 2000).

Kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla pek çok araştırma yapılmış ancak bu kavram yanlışlarının ontolojik kategorilere göre değerlendirildiği fazla çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada öğrencilerin bazı fen kavramlarıyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek ve bu kavramların öğrenciler tarafından hangi ontolojik kategorilere atandığını araştırmak amaçlanmıştır.

## **1.2. Amaç**

Bu çalışmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusuyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek, bunları ontoloji temeline dayandırarak açıklamak, nedenlerini araştırmak ve bu kavram yanlışlarının animasyon destekli öğretim yöntemiyle giderilip giderilemediğini araştırmaktır.

Bu çalışma aşağıdaki araştırma sorularına cevap aramaktadır:

1. Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin başarı ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin başarı son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin kavram ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin kavram son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Kontrol grubu öğrencilerinin;
  - başarı ön test puanları ile başarı son test puanlarının ortalamaları arasında

- kavram ön test puan ortalamaları ile kavram son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
6. Deney grubu öğrencilerinin;
- başarı ön test puan ortalamaları ile başarı son test puan ortalamaları arasında
  - kavram ön test puan ortalamaları ile kavram son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
7. Animasyon destekli öğretimin öğrencilerin başarı düzeylerinin artmasında etkisi var mıdır?
8. Animasyon destekli öğretimin öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde etkisi var mıdır?
9. İlköğretim öğrencilerinin kuvvet ve hareket konularıyla ilgili kavram yanlışları var mıdır? Varsa hangi kavram yanlışlarına sahiptirler?
10. Ontolojik açıdan incelendiğinde mevcut kavram yanlışlarının oluşma sebebi nedir? Kavram yanlışları hangi ontolojik kategorilere yanlış yerleştirmeden kaynaklanmaktadır?
11. Kontrol ve deney grubunda belirlenen kavram yanlışlarının kaç tane üst ontolojik kategoriye yerleştirmekten, kaç tane yanıl kategoriye yerleştirmekten kaynaklanmaktadır? Bu yanlışlarının yüzde kaç tane yapılan öğretim sonucunda giderilebilmiştir?

Bu araştırmanın hipotezleri şunlardır:

**Hipotez 1:**

$H_0$  : Deney grubu başarı ön test puanları ile kontrol grubunun başarı ön test puanları arasında fark yoktur.

$H_1$  : Deney grubunun başarı ön test puanları ile kontrol grubunun başarı ön test puanları arasında fark vardır.

**Hipotez 2:**

$H_0$  : Deney grubunun başarı son test puanları ile kontrol grubunun başarı son test puanları arasında fark yoktur.

$H_1$  : Deney grubunun başarı son test puanları ile kontrol grubunun başarı son test puanları arasında fark vardır.

**Hipotez 3:**

$H_0$  : Deney grubunun kavram ön test puanları ile kontrol grubunun kavram ön test puanları arasında fark yoktur.

$H_1$  : Deney grubunun kavram ön test puanları ile kontrol grubunun kavram ön test puanları arasında fark vardır.

**Hipotez 4:**

$H_0$  : Deney grubunun kavram son test puanları ile kontrol grubunun kavram son test puanları arasında fark yoktur.

$H_1$  : Deney grubunun kavram son test puanları ile kontrol grubunun kavram son test puanları arasında fark vardır.

**Hipotez 5:**

$H_0$  : Deney grubunun başarı son test puanları ile başarı ön test puanları arasında fark yoktur. Animasyon destekli öğretim yaklaşımı neticesinde deney grubunun çalışmanın başlangıcında ve sonundaki akademik başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$  : Deney grubunun başarı son test puanları ile başarı ön test puanları arasında fark vardır. Animasyon destekli öğretim yaklaşımı neticesinde deney grubunun çalışmanın başlangıcında ve sonundaki akademik başarıları arasında anlamlı bir fark vardır.

**Hipotez 6:**

$H_0$  : Deney grubunun kavram son test puanları ile kavram ön test puanları arasında fark yoktur. Animasyon destekli öğretim yaklaşımı neticesinde deney grubunun çalışmanın başlangıcında ve sonundaki kavram öğrenme düzeyleri arasında anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$  : Deney grubunun kavram son test puanları ile kavram ön test puanları arasında fark vardır. Animasyon destekli öğretim yaklaşımı neticesinde deney grubunun çalışmanın başlangıcında ve sonundaki kavram öğrenme düzeyleri arasında anlamlı bir fark yoktur.

**Hipotez 7:**

$H_0$  : Kontrol grubunun başarı son test puanları ile başarı ön test puanları arasında fark yoktur. Uygulanan öğretim yaklaşımı neticesinde kontrol grubunun çalışmanın başlangıcında ve sonunda, akademik başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$  : Kontrol grubunun başarı son test puanları ile başarı ön test puanları arasında fark vardır. Uygulanan öğretim yaklaşımı neticesinde kontrol grubunun çalışmanın başlangıcında ve sonunda, akademik başarıları arasında anlamlı bir fark vardır.

**Hipotez 8:**

$H_0$  : Kontrol grubunun kavram son test puanları ile kavram ön test puanları arasında fark yoktur. Uygulanan öğretim yaklaşımı neticesinde kontrol grubunun çalışmanın başlangıcında ve sonunda, kavram öğrenme düzeyleri arasında anlamlı bir fark yoktur.

$H_1$  : Kontrol grubunun kavram son test puanları ile kavram ön test puanları arasında fark vardır. uygulanan öğretim yaklaşımı neticesinde kontrol grubunun çalışmanın başlangıcında ve sonunda, kavram öğrenme düzeyleri arasında anlamlı bir fark vardır.

**Hipotez 9:**

$H_0$  : İlköğretim öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusuyla ilgili kavram yanlışları bulunmamaktadır.

$H_1$  : İlköğretim öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusuyla ilgili kavram yanlışları bulunmaktadır.

**1.3. Araştırmanın Önemi**

Yapılan pek çok araştırma öğrencilerin, çeşitli fen bilgisi dersi konularıyla ilgili kavram yanlışlarına sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Öğretimin sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için, bu kavram yanlışlarının sebepleri belirlenerek, giderilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusuyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bunların ontolojik temelde değerlendirilmesi ve bu kavram yanlışlarının animasyon destekli öğretimle giderilmesi amaçlanmıştır.

Kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bu kavram yanlışlarının oluşma sebeplerinin araştırılarak çözüm yollarının aranması, eğitimin verimli bir şekilde devam etmesi açısından önemlidir. Belli soru kalıplarını çözebilmek için izlenmesi gereken yolu 'reçete' gibi öğrenen, fakat bu formüllerin mantığını tam olarak anlayamayan, kavram yanlışlarına sahip pek çok öğrenci olabilir (Slotta, Chi, Joram,1995; Slotta ve Chi, 1999). Bu çalışma sahip olunan, fakat belki de farkında olunmayan kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması ve fark edilmesi açısından önemli bir yere sahiptir. Neyin ne kadar bilindiğinin ortaya çıkması, eksiklerin tamamlanıp, ilerlemenin sağlanması açısından oldukça önemlidir.

Araştırmada öğrencilerin kuvvet ve hareket konusuyla ilgili mevcut olan kavram yanlışları belirlenmiş ve bu yanlışlarının oluşma sebepleri ontolojik kategoriler yardımıyla analiz edilmiştir. Kavram yanlışlarının ontolojik kategorilere göre değerlendirilmesi, yanlışların oluşma nedenlerinin anlaşılmasını sağlamaktadır. Yanlışların oluşma nedenlerinin bilinmesi de, yanlışların giderilmesi ve diğer öğrencilerde de oluşmadan tedbir alınması açısından önemlidir. Bu şekilde, okullarda öğretimler kavram yanlışlarını giderecek şekilde düzenlenebilir. Kavram yanlışlarının oluşma sebeplerinin ontoloji temelinde değerlendirilmesi araştırmaya önemli bir nitelik kazandırmaktadır. Ayrıca bu araştırmada animasyon destekli öğretimin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede ve başarı düzeylerini arttırmada etkili olup olmadığı araştırılmıştır.

#### **1.4. Sınırlılıklar**

Bu araştırma;

1. 2015-2016 eğitim-öğretim yılı ile,
2. İstanbul ilinde bir ortaokulda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri ile,
3. 'Kuvvet ve Hareket' konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi ile sınırlıdır.

### 1.5. Sayılılar

1. Bağımlı değişkenlerdeki performansların uygulanan yöntem dışında başka değişkenlerden etkilenmediği,
2. Her iki gruptaki öğrencilerin veri toplama araçlarındaki sorulara samimiyetle cevap verdikleri,
3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin araştırmanın sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir etkileşimde bulunmadıkları varsayılmıştır.

### 1.6. Tanımlar

- Kavram Yanılgısı: Bir kavramla ilgili bilimsel fikirlerden farklılık gösteren alternatif fikirlerdir. Ontolojik olarak yanlış kategorize edilmiş kavramlardır (Johnston ve Southerland, 2000).
- Ontoloji: Varlık bilimidir. Varlıklar ve varlıkların ait olduğu temel kategorilerle ilgilenir.
- Ontolojik Özellik: Bir varlığın yer aldığı ontolojik kategori sonucu sahip olma potansiyelini taşıdığı özelliktir (Chi, 1992; Chi, 1997; Chi, 2013; Chi, Slotta ve Leeuw, 1994).

## BÖLÜM II: İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

### 2.1. Kavram Nedir?

Çepni (2007)'ye göre yaşantımız süresince edindiğimiz deneyimler sonucunda varlıkları ortak özelliklerine göre gruplarız ve farklı özellikteki varlıklardan ayırt ederek, bunları zihinlerimizde düşünce birimleri olarak depolarız. Bu düşünce birimlerinin her birine kavram adı verilmektedir.

Erden (1997)'ye göre ise kavramlar, benzer özellikteki olay, fikir veya objelere verilen ortak addır. Kaptan (1999) ise kavramları, benzer özelliklerine göre gruplandırılan varlık, olay, insan veya düşünce gruplarının ortak adı olarak tanımlamıştır. Kavramlar bilgilerin yapıtaşlarını, kavramlar arası ilişkiler de bilimsel ilkeleri oluşturmaktadır (Kaptan, 1999).

Kavram, obje, olay, olgu ve düşüncelerin benzer özelliklerine göre gruplandırılmasına verilen bir isimdir (Blosser, 1987).

Ayas (1997)'a göre, kavramlar somut eşya, olaylar veya varlıklar değil, onları belirli gruplar altında topladığımızda ulaştığımız soyut düşünce birimleri olarak tanımlanmaktadır (Aktaran Topalsan, 2015).

Kavramlar düşüncenin birimleridir. Bilgilerin yapı taşlarıdır (Turgut ve diğerleri, 1997).

Kavramlar bilgilerin yapı taşıdır ve öğrenilen bilgilerin sınıflandırılmasını ve organize edilmesini sağlarlar (Koray ve Bal, 2002; Senemoğlu, 2001). Ayrıca kavramlar, bireyin düşünmesini sağlayan zihinsel araçlardır. Çok kapsamlı bilgiler, kavramlar sayesinde kullanılabilir küçük birimler haline dönüşürler (Senemoğlu, 2001).

Kavram, farklı nesne, olay, fikir, düşünce ve eylemlerin değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi formudur. Yani kavram, nesne ve düşüncelerin insan zihninde canlandırılan soyut bir düşünce birimidir (Ülgen, 1996, 2001). Kavram, insan zihninde anlaşılan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi yapısıdır; bir sözcükle ifade edilir (Ülgen, 2004). Klausmeier (1992), kavramı obje, olay, eylem, nitelik ve ilişki gibi herhangi bir konuyla ilgili, organize edilen zihinsel yapı olarak tanımlamıştır (Aktaran Malatyalı ve Yılmaz, 2010). Bruner (1966) kavramı, obje ve olayların yaygın veya benzer özelliklerine göre sınıflandırılması ve diğer

objelerden ayrılması olarak tanımlamıştır (Aktaran Malatyalı ve Yılmaz, 2010). Kavram oluşturulma sürecinde varlıklar gözlemlenir, bunlar arasındaki benzerlikler veya örüntüler tespit edilir ve tümevarım yoluyla özelden genele gidilerek genelleme ve soyutlama yapılır. Oluşturulan bu soyutlamaların her biri kavramı temsil eder (Kaptan, 1998; Tenenbaum, 2000; Koray ve Tatar, 2003). Kavrama ilişkin yapılan değişik tanımlarda görülen ortak nokta, objeler arasındaki benzerlik ve ilişkilerden yola çıkarak soyutlama ve sınıflandırmanın yapılması yani zihinde kategoriler oluşturulmasıdır (Malatyalı ve Yılmaz, 2010).

## 2.2. Kavramların Özellikleri

Kavramlar, zihinsel bir araç olarak kişilerin düşüncelerine ve karmaşık bilgileri basitleştirilmiş kullanılabilir birimler haline dönüştürmelerine yardım ederler (Senemoğlu, 2001). Diğer bir deyişle kavramlar, bireylerin öğrendiklerini sınıflandırmalarını ve organize etmelerini sağlar (Koray ve Bal, 2002; Malatyalı ve Yılmaz, 2010). Bireyler, yaşamlarının erken dönemlerinde yani çocukluk yıllarından itibaren aktif olarak kavramları öğrenerek sınıflandırır, bilgilerine anlam kazandırarak sürekli olarak düzenler, hatta yeni kavramlar ve bilgiler üretirler (Ayas, Çepni, Johnson ve Turgut, 1997a; Koray ve Bal, 2002; Malatyalı ve Yılmaz, 2010). Kavramların yaşadığımız dünyayı anlamamızda ve anlamlandırmamızda önemli bir yeri bulunmaktadır. Olay ve fikirleri ortak özelliklerine göre gruplandırmamızda, her bir nesne, olay veya fikir ayrı ayrı öğrenilmek zorunda kalacak ve bu durum da hafızamızı zorlayacaktı. Kavramlar; nesne, olay veya fikirleri sınıflandırarak onları basitleştirmemize ve böylece bizi saran çeşitlilikle baş edebilmemize yardımcı olurlar (Çeliköz, 1998).

Kavramların dünyayı algılamamızda önemli etkileri vardır ve her kavramın kendine özgü özellikleri bulunmaktadır. Kavramların doğru olarak öğrenilmesi ve öğretilmesinde bu özelliklerin bilinmesi gereklidir (Malatyalı ve Yılmaz, 2010).

Fidan (1985), Klausmeier (1992), Erden ve Akman (1997), Ülgen (1988,1998), Malatyalı ve Yılmaz (2010)'ın yapmış oldukları çeşitli çalışmalara göre, kavramların belirleyici temel özellikleri şu şekilde sıralanabilir:



1. Kavramlar dille ilişkilidir. Yani kavramlar ayrı sözcüklerle ifade edilirler (Ülgen, 1988).
2. Her kavram kendine özgü özelliklere sahiptir. Yani her kavramı birbirinden ayıran farklılar vardır.
3. Kavramlar, zihinde somuttan soyuta ve basitten karmaşığa doğru sıralanır.
4. Kavramlar, kendi içlerinde belli ölçütlere göre gruplandırılırlar. Kavramların bazı özellikleri, birden fazla kavramın ortak özelliği olabilir.
5. Kavramlar, nesnelere özelliklerinden oluşur. Kavramlar genellikle somut ve soyut olmak üzere iki gruba ayrılır. Kavramlar, nesnelere ve olayların hem doğrudan hem de dolaylı olarak gözlenebilen özelliklerden oluşurlar.
6. Doğrudan gözlenebilen özellikler somut, dolaylı olarak gözlenenler ise soyut özelliklerdir. Duyu organları ile doğrudan algılanabilen kavramlara somut kavramlar denir. Soyut kavramlar ise duyu organları ile doğrudan algılanamaz (Erden ve Akman 1997).
7. Kavramlar, dünyadaki gerçek obje ve olayların algılanan özellikleri kadar tanımlanabilir. Nesne ve olayların algılanan özellikleri bireye göre değişiklik gösterebilir. İnsanlar, çevrelerinde olup bitenleri kendi geçmiş yaşantılarının etkisi altında, kendi düşünceleri ve yetenekleri doğrultusunda algılayıp değerlendirir (Ülgen, 1988).
8. Kavramların orijinali, bireyin düşüncelerindeki ilk oluşumlardır ve tecrübelere dayalı olarak bir sınıfa (bir grup obje, olay vs.) ait örneklerin gözlenmesi vasıtasıyla oluşturulur. Bireyin zihninde şekillenen kavramın ilk oluşumu, kavramın belli başlı özelliklerini içerse de, kavramın tüm belirleyici özelliklerini içermemektedir. Birey, yeni karşılaştığı durumları kavrama ilişkin önceden oluşturduğu bilgi yapısıyla karşılaştırarak anlama eğilimindedir.
9. Kavramın öğrenildiği ortam ve sahip olunan ön bilgiler, kavrama verilen anlamı etkilemektedir.
10. Çocuk büyüdükçe zihninde oluşturduğu kavramların sayısı ve karmaşıklığı artar (Ülgen, 1988).

### 2.3. Kavram Geliştirme Süreçleri

Kavramlar, insanların belleğinde dağınık olarak depolanmaz. İnsan belleği ilişkili kavramları sürekli yan yana getirme ve kümeleme eğilimindedir (Uzun, 2006). Kavramlar, bireyin zihninde sadece öğrenme ortamında öğretmenler tarafından sunulan bilgiler vasıtasıyla oluşturulamaz. Öğrencilerin öğrenme ortamına gelmeden çevrelerinde meydana gelen olayları yorumlamalarına ve çevrelerinde bulunan diğer bireylerle etkileşim içerisinde bulunmalarına bağlı olarak da oluşturulabilmektedirler (Topalsan, 2015).

Kavramlar geliştirilirken değişik zihinsel süreçlerden faydalanılır. Kaptan (1999)'a göre kavramların geliştirilmesinde kullanılan zihinsel süreçler; "Gruplama", "Genelleme", "Ayırma", "Tanımlama", "Tümevarım" ve "Tümdengelim"dir.

1. **Gruplama:** Gruplama sürecinde bireylerin deneyimlerinin ve gözlemlerinin etkisi büyüktür. Bireyler, çevrelerinde gördükleri obje ve olayları belirledikleri ortak özelliklerine göre zihinlerinde gruplandırır (Akman, 1995).
2. **Genelleme:** Kavramların yeni durumlara aktarılmasına genelleme denilmektedir (Şahin, 1998). Bir başka deyişle genelleme, varlıkların ortak özelliklerine göre aynı kategori içerisinde toplanması ve oluşturulan kategoriye ad verilmesi sürecidir. Bu süreç içerisinde bireylerin kategoriye ait varlıkların tümüne ulaşması mümkün olmayabilir. Bireyler, sadece kategoride toplanan varlıkların bir kısmını görebilir ve kategorinin bütününe ilişkin bir genellemede bulunabilirler. Bazen kategori içerisinde olmaması gereken bir varlığın kategoride yer aldığı düşünülebilir. Bu durum gereğinden fazla bir genelleme yapıldığının göstergesidir (Örneğin, yarasanın kuş sınıfına dahil edilmesi.) Bazen de kategoride bulunması gereken bir varlık kategori dışında bırakılmış olabilir. Bu da gereğinden az bir genelleme yapıldığı anlamına gelir. (Örneğin, şampuanın sıvı grubuna dahil edilmemesi) (Turgut, Baker, Cunningham ve Piburn, 1997; Kaptan, 1999; Ülgen, 2001; Malatyalı ve Yılmaz, 2010; Çetin, 2012).
3. **Ayırma:** Olay ve varlıkların birbirinden farklı olan özelliklerin fark edilmesi ve değerlendirilmesi sürecini ifade etmektedir. Ayırma, genelleme sürecinin tersine bir süreçtir (Uzun, 2006). Örneğin, ortak özelliklerine bakıldığında, genelleme

yapılarak 'baklagiller' kavramına ulaşılır. Fakat aralarındaki farklılıklar araştırıldığında 'kuru fasulye' ve 'barbunya' olmak üzere ayrı kavramlar ortaya çıkar (Malatyalı ve Yılmaz, 2010).

4. **Tanımlama:** Zihnimize soyut düşünce birimleri şeklinde bulunan kavramları çeşitli sözcüklerle isimlendiririz. Bilinmeyen bir kavramı tanımlamak, onu bilinen başka kavramlarla açıklamaktır. Bazı kavramlar tanımlanarak geliştirilebilir. Çünkü bu kavramların tanımlayıcı ve ayırıcı özellikleri bellidir (Ayas ve diğ., 1997b; Kaptan, 1999; Ülgen, 2001).
5. **Tümevarım:** Özel hallerin incelenerek, genel hale gidilmesi veya sınırlı sayıdaki deneyimlerden genelleme yapılarak sonuca varma sürecidir.
6. **Tümdengelim:** Genel hallerin incelenerek özel hallere ulaşılmasını sağlayan süreçtir (Dilber, 2006; Topalsan, 2015).

## 2.4. Kavram Öğretimi

Kavramlar somut değil soyut düşüncelerdir; dış dünyada değil, insanın düşünce sisteminde yer alırlar. Öyleyse, kavram öğretimi, bazı kavramların öğrencinin zihninde oluşmasını sağlamak amacıyla yapılır (Çetin, 2012). Driver ve Erickson (1983) ile Ayas ve Demirbaş (1997)'ın kavram öğretimi ile ilgili bazı görüşleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Günümüz öğretim yaklaşımları kalıcı öğrenmenin işlemsel değil, kavramsal olduğunu kabul etmektedirler.
2. Öğrenci sahip olduğu bilgileri yeni karşılaştığı durumlara uygulayabildiği takdirde ancak o kavramı öğrenmiş (kavramış) sayılmaktadır.
3. Öğrencilerin günlük yaşantılarından ve daha önceki tecrübelerinden edindikleri bilgiler, yeni öğrenecekleri bilgileri de etkilemektedir. Özellikle öğrencilerin yanlış anlamaları, yeni bilgilerin öğrenilmesini olumsuz yönde etkilemektedir.
4. Yapılan araştırmaların hız kazanması neticesinde neredeyse her gün yeni bilgiler keşfedilmektedir. Bu gelişim öylesine hızlı gerçekleşmektedir ki, insanlar zaman zaman takip etmekte zorlanmaktadırlar. Bu sebeple, temel bilgilere hakim olmak önem kazanmıştır.

5. Öğrencilerin daha önceki eğitim-öğretimleri ve çevre ile etkileşimleri sonucunda geliştirdikleri yanlış anlamaları düzeltmeden, bilimsel olarak kabul edilebilir düzeydeki kavramsal öğrenme gerçekleştirilemez.
6. Öğretmenler, sınıflardaki farklı düzeydeki öğrencilerin öğrenme hızlarına uygun olacak şekilde öğretim planları hazırlayarak, kavram öğretimine önem vermelidir.
7. Kavram öğretiminde basitten karmaşığa doğru takip edilmesi gereken hiyerarşik bir sıralama vardır. Öğretmenin öğrencilerin durumlarını gözeterik, bu sıralamaya uygun şekilde kavramları öğretmesi daha etkili olacaktır (Aktaran Kaymak, 2005).

## 2.5. Kavram Yanılgıları

İnsanlar, okul öncesinden başlayarak, ilköğretim çağına, yetişkinliğe kadar uzanan bir süreçte çevrelerinde olup bitenleri anlamlandırmaya çalışırlar. Bu anlamlandırma sürecinde hem öğrencilerin, hem de yetişkinlerin herhangi bir durum karşısındaki davranışını, o olayın ne olduğundan çok, o olayla ilgili önceden sahip olunan bilgiler belirlemektedir. Örneğin herhangi bir tehlike karşısındaki davranışımızı belirleyen, o olayın sadece kendisi değil, aynı zamanda sonuçları hakkında önceden sahip olduğumuz bilgilerdir. Çevreyi algılama, yorumlama ve sonucunda nasıl davranılacağına karar verme sürecinde, o olayın ne olduğundan çok, ne olduğuna dair sahip olunan bilgiler rol oynamaktadır (Çoban & Ergin, 2010). Örneğin yılanla ilgili hiçbir bilgiye sahip olmayan bir bebek, yılanla karşılaştığında tepki vermezken, onun tehlikeli bir hayvan olduğu bilgisine sahip olan kişi korkuya kapılabilir.

Öğrenciler, günlük hayattaki deneyimlerinden edindikleri bazı bilgilerle okullara gelirler. Belli bir obje ya da olguya ait zihinde beliren ortak özelliklerin bütününe kavram denir. Günlük hayattaki deneyimlerden edinilen bu kavramlar doğru bir şekilde anlamlandırılacağı gibi, yanlış bir şekilde de anlamlandırılabilir. Tam olarak anlaşılmayan veya yanlış anlaşılan bu kavramlar, kavram yanılgılarının oluşmasına sebep olabilir. Öğrencilerin anlamlı öğrenmeyi başarabilmesi için bu kavram yanılgılarının ortadan kaldırılması ve yerine doğru kavramların yerleştirilmesi gerekir.

Yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda, öğrencilerin öğrenme ortamına önceden edindikleri bazı kavramlarla başladıkları görülmüştür. Bu kavramlar öğretim öncesi inanışlar olarak adlandırılmışlardır. Bilimsel gerçeklerle uyumlu olmayan ve onlarla çelişen inanışlara kavram yanlışları adı verilmiştir (Gilbert ve Watts, 1983; Westbrook ve Marek, 1991). Clement (1993) kavram yanlışını, halen kullanılmakta olan fiziksel teorilerle ve kanunlarla uyuşmayan, öğrencilerin bir kavram hakkında geliştirdikleri görüşler olarak tanımlamıştır (Aktaran Kızılcık ve Güneş, 2011). Kavram yanlışına sahip bir birey, düşüncesinin yanlış olduğunun farkına varamadığı gibi, aksine kesinlikle doğru olduğunu düşünmektedir. Kavram yanlışları, kişilerin olaylar hakkında bilimsel olarak yanlış olan fikir ve anlayışlardır. Kavram yanlışları, kavram maskesi giymiştir; ancak maskenin arkasındaki kavram değil kavram görünümündeki yanlıdır (Kızılcık ve Güneş, 2011). Kavram yanlışları, olaylarla ilgili gerçek kavramları gölgede bırakır ve onların bulanıklaşmasına sebep olur. Bu nedenle kavram yanlışları oldukça tehlikelidirler. Yağbasan ve diğerlerine (2005) göre, bir konuda hiçbir kavrama ve bilgiye sahip olmamak, o konuda kavram yanlışına sahip olmaktan daha iyidir. Kavram yanlışları bilgi düzeyinde olduklarında kolayca giderilebilir gibi görünseler de, kavrama düzeyinde oluşmuş kavram yanlışlarının giderilmesi ve bilginin düzenli şekilde yapılandırılması büyük emek istemektedir (Can, Yaşadı ve diğerleri, 2006). Kavram yanlışları ile ilgili yapılan tanımlamalar çeşitlilik göstermektedir. Bunlardan bir kısmı şu şekildedir:

Yürük ve diğerlerinin (2000) yapmış olduğu tanımlamaya göre kavram yanlışları, kişisel deneyimler sonucunda oluşmuş, bilimsel gerçeklere aykırı, bilim tarafından kanıtlanmış kavramların öğrenilmesini engelleyen bilgilerdir.

Kavram yanlışları öğrencinin kendi geçmişindeki deneyimleri sonucu sahip olduğu bilimsellikten uzak bilgilerdir (Yağbasan ve diğerleri, 2005).

Kavram yanlışısı, öğrencilerin anlamada güçlük çektikleri kavramları kendi anlayışlarına uygun bir şekilde yorumlamaları ve bilimsel kavramlara bakış açılarının bilim adamları tarafından kabul edilmiş olanlardan farklı olmasıdır. Yani kavram yanlışları, bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen ancak öğrencilerin kendilerine has biçimde anlamlandırdıkları kavramlardır (Moore, 1997). Kavram yanlışlarının derslere

uygulanan pek çok öğretim yöntemine karşı bile direnç gösterdiği ve değiştirilmesinin çok zor olduğu birçok çalışmada belirtilmektedir (Moore, 1997).

Başka bir tanıma göre kavram yanlışlığı, bir kişinin kavramı anladığı şeklin, ortaklaşa kabul edilen bilimsel anlamından önemli derecede farklılık göstermesidir (Stepans, 1994).

Kavram yanlışlığı, öğrencinin kendi zihninde oluşturduğu bir kavramın anlamıyla o kavramın bilimsel anlamı veya tanımının birbiriyle uyuşmaması olarak tanımlanmaktadır (Mariani, 1989; Stepans, 1994; Riche, 2000). Yani, öğrencilerin kavramların anlamlarına ilişkin sahip oldukları bilimsel gerçeklere aykırı yanlış algılamalar bilim dilinde kavram yanlışlığı olarak adlandırılmaktadır (Novak, 1990, 1997, 1998). Baki (1999)'ye göre ise kavram yanlışlıkları, öğrencilerin yanlış inançları ve deneyimleri sonucu ortaya çıkan davranışlardır.

Yapılan literatür incelemesinde, "kavram yanlışlığı" terimi haricinde çok çeşitli farklı terimlerin de kullanıldığı görülmüştür. Öğrencilerin içgüdüsel inançlarını betimleyen bazı terimler şunlardır: "alternatif kavramlar" (alternative conceptions) (Driver ve Easley, 1978; Boo, 1998; Lavoie, 1997; Tan, Taber, Goh ve Chia, 2005; Gilbert ve Swift, 1985), "ön kavramlar" (preconceptions) (Novak ve Gowin, 1984; Ausubel, 1968; Hashweh, 1988; Libarkin ve Kurdziel, 2001), "yanlış kavramalar" (misconceptions) (Driver, 1983; Fisher, 1983; Skelly ve Hall, 1993; Canpolat, Pınarbaşı ve Sözbilir, 2006; Nakiboğlu ve Bülbül Tekin, 2006), saf inançlar (naive beliefs) (Caramazza, McCloskey ve Green, 1980), "saf kavramlar" (naive conceptions) (Smith ve Anderson, 1986), "sezgisel teoriler" (intuitive theories) (McCloskey, 1983), "bilimin çoklu özel versiyonları" (multiple private versions of science) (McClelland, 1984; Bahar, 2003), "çocukların bilimsel içgüdüleri" (children's scientific intuitions) (Sutton, 1980), "çocukların bilimi" (children science) (Gilbert ve Watts, 1983, Osborne ve Gilbert, 1980a; Gilbert, Osborne ve Fensham, 1982), "hatalı fikirler" (erroneous ideas) (Fisher, 1983; Bahar, 2003), "yanlış anlamalar" (misunderstandings) (Taber, 1998), "genel duyu kavramları" (common sense concepts) (Hestenes ve Halloun, 1995; Bahar, 2003), "hatalar" (errors) (Fisher ve Lipson, 1986), "kendiliğinden oluşan bilgiler" (spontaneous knowledge) (Pines ve West, 1986, Bahar, 2003), "anlılık akıl yürütme" (spontaneous reasoning) (Viennot, 1979), "kavramsal yapı" (conceptual framework) (Driver ve

Erickson, 1983), "inatçı güçlük" (persistent pitfall) (Meyer, 1987), "hataya neden olan kaynaklar" (underlying sources of reality) (Fisher ve Lipson, 1986), "gerçeğin kişisel modelleri" (personal models of reality) (Champagne ve diğ., 1985) gibi. Ayrıca bu yanlış kavramlar için literatürde "tecrübesiz inançlar" (naive beliefs) (Caramazza ve diğ., 1980), "yanlış algılamalar", "alternatif çerçeveler" (alternative framework), "tecrübesiz teoriler" (naive theories), "sezgiye dayalı inançlar" (intuitive beliefs) (McCloskey, 1983), "yetersiz kavrama" "kişisel model" ve "anlıklar" gibi isimlerin de kullanıldığı görülmektedir (Eryılmaz ve Tatlı, 1999, 2000; Yağbasan ve diğerleri, 2005). Yanlış algılamalar için çeşitli terimlerin kullanıldığını görmekle birlikte, bu çalışmada "kavram yanılığı" terimi kullanılacaktır.

Sahip olunan kavram yanılıkları, bu kavramın ve bununla ilgili diğer kavramların öğrenilmesini zorlaştırmakta veya engellemektedir. Kavram yanılıklarının eğitimdeki önemi araştırmacıların da dikkatini çekmiş ve bu konuyla ilgili çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda; kavram yanılıklarının ne olduğu, öğrencilerin daha çok hangi alanlarda kavram yanılıklarına sahip olduğu, kavramsal değişimin nasıl gerçekleşebileceği ve kavramsal değişimin gerçekleşmesinin neden güç olduğu konuları incelenmiştir.

### 2.5.1. Kavram Yanılıklarının Özellikleri

Fisher (1985) ve Kuru ve Güneş (2005)'e göre kavram yanılıklarının genel özellikleri şunlardır:

- Kavram yanılıkları, uzmanların görüşleriyle örtüşmezler.
- Küçük sayılabilecek bir kavram yanılığı da yayılma eğilimindedir (kişisel farklılıkların etkisi vardır.)
- Geleneksel öğretim metotları, çoğu kavram yanılığının düzeltilmeye veya değiştirilmeye karşı en fazla direnç gösterdikleri yöntemlerdir.
- Öğrenciler, kavram yanılıkları ile onların alternatif inanç sistemindeki mantıklı bağlarla oluşan bilgileri karıştırmaktadırlar.
- Bazı kavram yanılıklarının tarihsel öncelikleri bulunmaktadır. Örneğin, bugün kavram yanılığı olduğu belirlenen bazı görüşlerin, bundan yıllar önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar tarafından doğru kabul edildiği bilinmektedir.

Wessel (1999), kavram yanlışlarının diğer özelliklerini şu şekilde özetlemiştir:

- Öğrenciler, birçok doğal olgu ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip olarak sınıflara gelirler. Bu kavramların bilimsel açıklamalardan farklı olmalarına rağmen, öğrenciler bu kavramları kullanarak, karşılaştıkları çeşitli olayları açıklamaya çalışmaktadırlar.
- Kavram yanlışları cinsiyet, yaş, yetenek ve kültürel yaşantıdan bağımsız olarak ortaya çıkabilir. Bu yanlışlar öğrenciler için vazgeçilmezdir, inatçı bir şekilde öğrencilerin zihninde kalır ve genellikle geleneksel öğretim yöntemleri ile değiştirilemez.
- Bilimsel olarak doğruluğu kabul edilen kavramların öğretilmesini kolaylaştırması ve özellikle kavramsal değişimin sağlanması amacıyla öğretim stratejileri geliştirilmiştir. Fakat bu stratejiler bazı olguların öğretiminde, öğretim süresince her zaman umulan bilişsel değişiklikleri sağlamazlar. Öğrenciler testlerdeki soruları doğru cevaplasalar bile, kavram yanlışları kendini koruyabilirler.
- Bilimsel kavramlar, öğrencilerin bu kavramları kolaylıkla anlayabilecekleri varsayılarak sunulmaktadır. Bununla birlikte öğrencilerin kavram yanlışları ile öğretim sürecinde sunulan bilimsel kavramlar, birbirlerini öğretim sürecinde karşılıklı etkileyerek, önceden tahmin edilemeyen olumsuz sonuçlar ortaya çıkarabilir.
- Bazı öğrenciler aynı anda birbirleriyle çelişkili kavramlara sahip olabilir. Bu kavramlardan bazıları fen derslerini sürdürmekte ve sorulan soruları cevaplamakta kullanılırken, diğerleri okul dışında günlük hayatlarında yaşanan olayları açıklamakta kullanılır.
- Fen öğretimindeki gelişmelere rağmen, çoğu yetişkin kişi, hatta fen öğretmenleri bile, öğrencilerle aynı kavram yanlışlarına sahip olabilirler.
- Kavram yanlışları, öğrencilerin geçmişteki karmaşık kişisel deneyimlerine dayanmaktadır. Bu deneyimler; yaptıkları gözlemler, sahip oldukları kültür, kullandıkları dil, aldıkları fen dersi eğitimi, okudukları kitap, izledikleri televizyon programı vs ile bağlantılıdır. Her öğrencinin yaşantısı farklıdır ve her bireyin kendine özgü bir geçmişi vardır. Dolayısıyla her öğrencinin kavram



yanılgısı, diğer öğrencilerinkinden farklı olabilir (Aktaran Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

### 2.5.2. Kavram Yanılgılarının Sınıflandırılması

Committee on Undergraduate Education (CUSE) (1996)'de kavram yanılgıları beş ana kategoride sınıflandırılmıştır. Bu kategoriler şunlardır: Eksik olan ön bilgilerin neden olduğu önyargılara dayalı fikirler, dini eğitimler sonucunda oluşan bilimsel olmayan inanışlar, hatalı modellemeler sonucu oluşan kavramsal yanlış anlamalar, günlük hayattaki kullanım dilinden kaynaklanan kavram yanılgıları ve artık yerleşmiş olan değişmesi zor gerçeğe dayalı kavram yanılgılarıdır. Committee on Undergraduate Education (1996), kavram yanılgılarını aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır:

1. **Deneyimsiz kanılar**, günlük hayat tecrübelerine yaygın olarak nüfuz etmiş kavramlardır. Örneğin, çoğu kişi yerin altındaki suların akışının, yeryüzündeki akarsuların akışı gibi olduğunu düşünmektedirler. Bu şekildeki kanılar, "ısı", "enerji" ve "yerçekimi" kavramlarında da yaygındır. Başka bir örnek ise, öğrenciler elektrik akımının iletken tellerden geçişini, suyun borulardan akışına benzetmekte ve yanlış bir ilişki kurmaktadır.
2. **Bilimsel olmayan inançlar**, öğrencilerin bilimsel olmayan kaynaklardan edindikleri bilgilerdir. Örnek olarak, bazı öğrenciler hatalı öğretimler sonucu yeryüzünün oluşumu ve yaşam formlarının oluşumu ile ilgili bilimsel olmayan kavramlar geliştirirler. Başka bir örnek ise, internette dolaşırken karşımıza çıkan bilgilerin doğruluğunu sorgulamadan kabul etmek kavram yanılgılarının oluşmasına sebep olabilir.
3. **Kavramsal yanlış anlamalar**, bilimsel bilgilerin, öğrencilerin zihinlerinde paradokslara engel olacak bir düzende yapılamaması sonucu kendilerini gösterirler. Öğrenciler, bu karışıklıklara bir çözüm üretmek amacıyla yanlış ve zayıf modeller geliştirirler. Bunun bir sonucu olarak öğrenciler, kavramlara tereddütle yaklaşırlar ve onları yanlış anlarlar.
4. **Gerçek kavram yanılgıları**, küçük yaşlarda öğrenilir ve yetişkinlik çağına kadar kendini muhafaza eder. Bu kavram yanılgılarının oluşumunda öğrencilerin karşılaştıkları çevresel söylemlerin etkisi büyüktür.

**5. Kullanım dilinden kaynaklanan kavram yanlışları,** bir kelimenin günlük hayatta ve fen bilimleri literatüründe farklı anlamlarda kullanılmasıyla kendini gösterir. Örnek olarak "iş" terimi fizik sınıflarında "Newton" olarak ölçülen bir kuvvet ile, bu kuvvetin sağladığı hareket doğrultusunda metre ile ölçülen uzaklığın çarpımını ifade eder. Bir sınıfta öğrenciler tarafından işin tanımı yapılırken çok sayıda ve birbirinden farklı tanımlar ortaya çıkmaktadır. Güç kavramı da bu örneğe benzer bir durum teşkil eder (Committee on Undergraduate Education, 1996; Clement, 1987, Aktaran Yağbasan ve diğ., 2003). Başka bir örnek olarak, şekerin çay içerisinde gerçekleşen çözünme olayının, halk arasında şekerin erimesi şeklinde ifade edilmesi verilebilir.

### **2.5.3. Kavram Yanlışlarının Oluşumu**

Kavram yanlışları bilime aykırı inançlar, önceden öğrenilmiş yanlış bilgiler, yalın gözle gözlemlenen doğa olaylarının yanlış yorumlanması ve günlük konuşma dilinden kaynaklanabilir (Malatyalı ve Yılmaz, 2010). Kavram yanlışları, öğrencilerin çevrelerinde gerçekleşen olayları anlamak amacıyla kendi fikirlerini kullanmaları ve kişisel deneyimlerine dayalı olarak kavramlara anlam vermeleri sonucu oluşabilir (Yürük, Çakır ve Geban, 2000). Kavram yanlışları, bilimsel kavramların okulda öğrenciler tarafından yanlış anlaşılması sebebiyle de ortaya çıkabilir. Öğrenciler, yeni öğrenme durumlarında mevcut önbilgilerini kullanmada, zihinlerinde kavramsal değişimi gerçekleştirmedi ve kavramlara ilişkin anlam bütünlüğünü oluşturmada yetersiz kaldıklarında kavram yanlışları oluşabilir (Koray ve Bal, 2002). Öğrencilerin çok sayıda bilgiyi aralarında anlamsal bağ kurmadan kısa sürede ezberlemeleri, farklı kavram ve terimlerin anlamları arasında ayırım yapamamaları, yanlış algılamaları ve yorumlamaları da kavram yanlışlarına neden olmaktadır (Çepni, Ayvacı ve Keleş, 2000). Öğrencilerin yaşadıkları çevreye ilişkin sezgileri, fikirleri, ön yargıları ve basmakalıp düşünceleri de kavram yanlışlarının oluşmasında etken olabilmektedir (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003).

Öğrenciler çevrelerini anlamlandırabilmek için sorular sorarlar, gözlem yaparlar, deneyimler kazanırlar ve karşılaştıkları problemleri çözmeye çalışırlar. Öğrencilerin fen öğrenmesini etkileyen birçok parametre vardır. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Öğrencinin karakteristik özellikleri ve yaşantıları (önceki tecrübeler, kültürel ve sosyal yaşantılar, fiziksel ve duygusal sağlık durumları vb.)
- Öğretmenin karakteristik özellikleri ve kullandığı yöntemler
- Öğrenme ortamı ve kaynakları (Florida Science Curriculum Framework, 1995).

Kavram yanılgıları bilimsel olmayan ilk kavramlardır. Ancak kavram yanılgıları, okulda verilen fen eğitiminin öğrenciler tarafından hatalı olarak özümsemesi ya da öğretmenler tarafından hatalı olarak öğretilmesi ile de ortaya çıkabilir. Fisher (1985)'e göre bazı yanlış fikirler, öğretilen bilginin eksikliğinden, diğer bilgilerle uyumsuzluğundan, karışıklığından ya da konu içinde geçen yabancı kelimelerin çok fazla miktarda olmasından da oluşabilir. Bunlara ek olarak, Koray ve Bal (2002)'ye göre kavram yanılgılarının oluşması;

- Öğrencilerin yeni öğrenme durumlarında kendi ön bilgilerini kullanmalarındaki yetersizlik,
- Öğretmenin, öğrencilerin zihinlerinde kavramsal değişimi sağlamada başarılı olamaması,
- Kavramların, öğrenciler tarafından öğrenilirken belirli durumlarda anlam bütünlüğü kurulamaması nedenlerine de bağlanabilir.

Öğrencilerin kontrolü dışında öğretmenden ve öğrenme ortamından kaynaklanan ve kavram yanılgılarının oluşmasına sebep olan etkenler ise şunlardır: Bilgiye vurgu yapan öğretmen-merkezli öğretim yaklaşımlarının kullanılması; müfredatın derinlikten yoksun olması; ders konuları ve kavramlar arasında gerekli bağlantıların kurulmaması ve günlük olaylarla ilişkilendirilmemesi; öğrencilerin derse aktif katılımının sağlanmaması; öğrencilerin önceki yaşam tecrübelerinin; önbilgilerinin ve sahip oldukları alternatif kavramların öğretmen tarafından tespit edilmeden ders öğretimine geçilmesi; öğretmenlerin öğrencilerin öğrenme düzeylerine uygun ders işlememesi; bazı öğretmenlerin bizzat kendilerinin kavram yanılgılarına sahip olmaları ya da kavramları öğrencilere yanlış öğretmeleri kavram yanılgılarının oluşmasında karşımıza çıkan önemli etkenler arasında yer almaktadır (Ayas ve diğerleri, 1997a; Çepni ve diğerleri, 2000).

Yılmaz ve diğerlerine (1999) göre kavram yanılgılarının nedenleri iki şekilde sınıflandırılabilir: Birincisi, ders kitapları, öğretmen faktörü ve öğrencilerin daha önceki

bilgilerinin bilinmemesi; ikincisi ise, ders sırasında öğrencilerde gerekli kavramsal değişimin yapılamaması. Dolayısıyla kavram yanlışlarının giderilmesinde, kavramların ders sırasında öğrenciler tarafından anlamlı şekilde öğrenilmesinin ve gerekli durumlarda kavramsal değişimin yine ders sırasında gerçekleştirilmesinin etkisi büyüktür. Anlamlı öğrenmede ise temel unsur; öğrencilerin eski öğrendikleri bilgileri yeni öğrendikleri bilgilerle birleştirmeleridir. Buna göre öğrenciler, aktif şekilde öğrenme sürecinin içinde olarak, bilgi kurmayı öğrenirler. Bunun yanında eğer öğrencilerin daha önceki bilgilerinde kavram yanlışları bulunuyorsa, öğrenciler yeni bilgileri eski bilgilerle birleştirmeyi başaramayacaklardır. Özetlemek gerekirse, kavram yanlışlarının oluşmasına öğrenci (öğrenme), öğretmen (öğretim), öğrenme ortamı, ders kitapları ve ders araç-gereçlerindeki eksikliklerden kaynaklanan faktörler neden olmaktadır (Yılmaz, Tekkaya, Geban ve Özden, 1999; Adıgüzel, 2006).

#### **2.5.4. Kavram Yanlışlarının Oluşum Nedenleri**

Araştırmacılar (Viennot, 1979; Strauss, 1981; Cho, Kahne ve Nordland, 1985; Osborne ve Cosgrove, 1983; BouJaoude, 1991; Gürbüz, 2008; Bahar, 2006; Ülgen, 2004), kavram yanlışlarının genel olarak aşağıda belirtilen sebeplerden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir:

- Sözcükler (konuşma dili)
- Benzeşim (analoji) ve mecazlar (metaforlar)
- Modeller, simgeler, semboller, şekil, grafik ve resimler
- Ön bilgiler, önyargılar
- Günlük deneyim ve gözlemler
- Bilimsel olmayan inançlar
- Bilimsel olayların algılanarak ön bilgilerle ilişkilendirilmesindeki yetersizlik
- Öğretmen faktörü / Eğitim ortamının yetersizliği
- Aile ve sosyal çevre

Prosser, Walker ve Millar (1996)'a göre öğrencilerin öğrenmesini etkileyen parametreler şunlardır:

- Öğrenci karakterleri ve yaşantıları (önceki tecrübeler, kültürel ve sosyal yaşantılar, fiziksel ve duygusal sağlık durumları vb.)

- Öğretmen karakterleri ve yöntemleri
- Öğrenme ortamı ve kaynakları

Aşçı, Özkan ve Tekkaya (2001) ve Yılmaz, Tekkaya, Geban ve Özden (1999)'e göre kavram yanlışlarının nedenleri iki şekilde sınıflandırılabilir: Birincisi, öğrenci, öğretmen ve ders kitapları faktörleri, ikincisi ise, ders sırasında öğrencilerde gerekli kavramsal değişimin yapılamamasıdır.

Kavram yanlışlarının oluşmasına sebep olan faktörler aşağıda özetlenmektedir:

- **Öğrenci faktörleri:** Ön bilgilerin eksikliği, önyargılar, günlük deneyim ve gözlemler, motivasyon ve ilgi eksikliği, bilimsel konularda günlük konuşma dilinin kullanılması gibi etkenlerdir (Vienot, 1979; Strauss, 1981; Wandersee, Mintzes ve Novak, 1994).
- **Öğretmen faktörleri:** Konuya yeterince hakim olmama, konu anlatımı için doğru yöntem ve tekniği seçmeme, benzeşim, mecaz ve modellerin kullanımları sırasındaki öğretmen yetersizlikleri birer yanlış kavrama kaynağı olabilmektedir. Öğretmenin kullandığı dil; öğrencilerin ön bilgilerini ve bu ön bilgilerde var olabilecek yanlış kavramaları dikkate alıp almadığı; alan öğretimi bilgisinin yetersizliği de kavram yanlışlarına sebep olabilmektedir (Bahar, 2006). Sınıf içi ortamın fen eğitimine uygun olmaması, öğretmenin konular arasında bağlantı kurmaması, öğrencilerin aktif katılımının sağlanmaması, soyut kavramların somutlaştırılmaması ve öğretilen bilgilerle günlük hayat arasında bağlantı kurulmaması öğrencilerde kavram yanlışısına sebep olmaktadır (Gürdal ve diğerleri, 2001). Ayrıca öğretmenlerin öğretmeye karşı olan yetersiz ilgi ve motivasyonları, epistemolojik inançları, kullandıkları öğretim stratejileri de öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşmasına sebep olabilmektedir (Limon, 2001, Florida Science Curriculum Framework, 1998; Osborne & Cosgrove, 1983). Ayrıca yapılan pek çok çalışma, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının da kavram yanlışlarına sahip olduklarını ve farkında olmadan bu yanlışlarını öğrencilerine aktardıklarını göstermiştir (Kruger, Palacio ve Summers, 1992; Sökmen, Bayram ve Gürdal, 2000; Küçüközer, 2010; Kaptan ve Korkmaz, 2000; Tunç vd., 2012; Avcı vd., 2012; Yiğit vd., 2012).

- **Ders kitapları faktörleri:** Öğretme sıralaması, hata ve yanlış bilgi içermesi, şekil ve örneklerin eksikliği, konular arasında bağlantı eksikliği olarak sıralanabilir. Kitaplar doğrudan yanlış veya yanlış kavramaya götürecek ifadeler içermenin yanı sıra, konuya ait kavramlar arasındaki ilişkileri sağlayacak tarzda yazılmamaları ve kullanılan dilin yeterince açık olmaması gibi nedenlerle de yanlış kavramalara neden olabilirler. Ayrıca benzeşim, mecaz, model ve simgelerin kitaplarda uygun şekilde ve gerekli açıklamalara yer vermeden kullanılması da yanlış kavramaya neden olabilir (Bahar, 2006, Cho, Kahle & Nordland, 1985; Wandersee, Mintzes ve Novak, 1994).
- **Öğrenme ortamı faktörleri:** Öğrenme ortamında öğrencilerin birbirleriyle olan ilişkileri, öğrencilerin öğretmenle olan ilişkileri kavram yanlışlarının oluşmasında etkili olabilecek faktörlerden bir tanesidir (Limon, 2001, Florida Science Curriculum Framework, 1998).
- **Aile ve sosyal çevre faktörleri:** Çocuklar günlük hayatlarında gerek aile bireyleriyle, gerekse de yakın çevreleriyle olan etkileşimlerinde, birçok fen kavramıyla karşılaşır. Çocuklar bu kavramları, çevrelerinden aldıkları tepkilere göre yorumlarlar ve zihinlerinde bu kavramlara ilişkin şemalar oluştururlar. Yani okula gelmeden ve bu kavramla karşılaşmadan önce onla ilgili bir ön bilgiye sahiptirler. Öğrencilerin aile ve yakın çevreleriyle olan etkileşimleri sonucunda, kavramları yanlış anlamlandırabilmekte ve kavram yanlışları oluşturabilmektedirler. Örneğin sobaya dokunduğunda elleri yanan çocuk, sıcak bir şeye dokunmaması gerektiğini günlük hayattaki tecrübelerinden öğrenir. Bu tür olaylar ve etkileşimler sonucu kazanılan bilgiler çocuklar için oldukça önemli ve vazgeçilmesi zor olan bilgilerdir (Engel, 1982). Öğrenmenin kişisel bir etkinlik olduğunu belirten Ausubel (1968)'e göre, bireyin önceki yaşantılarının öğrenmede oldukça önemli bir yeri vardır. Buna göre, çocukların küçük yaşlardan itibaren karşılaştıkları olaylar ve kavramlarla ilgili bazı düşünce yapıları oluştururlar ve bu düşünce yapılarını, daha sonra karşılaşacakları kavramları anlamlandırmada ve yorumlamada kullanırlar.

Dolayısıyla kavram yanlışlarının giderilmesi için, öğrencilerin okuldaki eğitimleri boyunca kavramları anlamlı öğrenmeleri ve gerekli ise kavramsal değişimlerinin ders sırasında yapılması gerekmektedir. Anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için,

öğrencilerin eski öğrendikleri bilgileri, yeni öğrendikleri bilgilerle birleştirilmeleri gerekmektedir. Öğrenciler öğrenme sürecinin içinde aktif olarak yer almalıdırlar. Öğrencilerin önceki bilgilerinde kavram yanlışları var ise, yeni bilgilerle eski bilgileri birleştirmekte güçlük çekeceklerdir (Yılmaz, Tekkaya, Geban ve Özden, 1999).

Chi (1992)'ye göre ise kavram yanlışlarının başlıca nedenleri şunlardır:

1. Daha önceden öğrenilmiş kavramların eksik olmaları veya yanlış anlaşılması,
2. Kavramların günlük dilde ve bilimsel dilde farklı anlamlarda kullanılması,
3. Konuların veya kavramların öğretilmesi sırasında oluşturulan eğitim ortamlarının yetersiz kalması,
4. Kavramların birbirleriyle ilişkilendirilememesi ve günlük hayatla bağlantı kurulamaması.

Ayrıca Skelly ve Hall (1993), Brookes (2006), Brookes ve Etkina (2009) kullanılan dil, analogiler, metaforlar ve sembollerin öğrencilerin yanlış anlamalarına neden olduğunu belirtmişlerdir.

### **2.5.5. Kavram Yanlışlarının Tespit Edilmesi**

Anlamli öğrenme ortamlarının oluşturulması ve etkili bir öğretim yönteminin gerçekleştirilebilmesi açısından, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının bilinmesi oldukça önemlidir (Novak, 1988; Dekkers & Thijs, 1998; Anıl & Küçüközer, 2010; Şahin & Çepni, 2011; Tunç, Akçam ve Dökme, 2012). Kavram yanlışları, öğrenmenin önünde büyük bir engel olduğundan, yanlışların zaman kaybetmeden tespit edilip, düzeltilmesi gerekmektedir. Bunları düzeltmek için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Ancak, bu yanlışların ne olduğu önceden tespit edilmezse, düzeltilmesi de olanaksızlaşır (Kızılcık, Güneş, 2011; Kızılcık vd., 2015).

Kavram yanlışlarını gidermeden önce öğrencilerin hangi konularda kavram yanlışlarına sahip olduklarının belirlenmesi gerekmektedir. Kişilerin kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla yapılan ulusal ve uluslararası araştırmalarda farklı ölçme araçlarının kullanıldığı görülmektedir. Bunlardan en yaygın kullanılanları çoktan seçmeli testler, açık uçlu soruların olduğu testler (Hewson & Hewson, 2003), klinik mülakat (Boeha, 1990), röportajlar (Bowen, 1994; Osborne ve Gilbert, 1980a; Posner ve Gertzog, 1982; Sutton, 1980), açıklamalı çoktan seçmeli testler (Atasoy & Akdeniz, 2007), kavram karikatürleri (Duran, Bilgili & Balliel, 2011), kavram haritaları (Novak

ve Gowin, 1984; Şen ve Aykutlu, 2008; Aykutlu ve Şen, 2012), sözcük çağrışım testleri (Sutton, 1980), iki ve üç aşamalı testlerdir (Eryılmaz & Tatlı, 1999, 2000; Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Aydoğan, Güneş & Gülçiçek, 2003; Bilgin & Geban, 2001; Büyükkasap & Samancı, 1998; Coştu, Ayas & Ünal, 2007; Demir, 2008; Gençer, 2006; Kırıkkaya & Güllü, 2008; Koray & Tatar, 2003; Meriç & Sarıkaya, 2002; Sönmez vd., 2001; Sungür vd., 2001; Tekkaya vd., 2000). Üç aşamalı testler, sorulan kavramsal bir soruya verilen cevabın nedenini araştırır. Buna ek olarak, öğrencilerin verdikleri cevabın doğruluğuna inanıp inanmadıklarını, verdikleri cevaptan ne kadar emin olduklarını sorgular (Kızılcık ve Güneş, 2011). Birçok araştırmacıya göre, bu tür sözlü ve yazılı testlerin farklı avantajları vardır (Schmidt, 1997). Ancak kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla kullanılan bu testlerin güvenilirliği genellikle tartışılmaktadır. Çünkü bilimsel hata ile kavram yanılgısı olguları birbirine karıştırılmamalıdır. Bir kişinin bir kavramı bilimsellikten uzak bir şekilde tanımlaması, her zaman kavram yanılgısı olarak açıklanamaz. Kişinin yaptığı yanlış tanımlama, bilimsel hata, kavram yanılgısı veya kavram kargaşası ile açıklanabilir (Tunç, Akçam ve Dökme, 2012). Eğer öğrenci yaptığı bilimsellikten uzak açıklamayı kısa süre içerisinde fark ederek düzeltebiliyorsa, bu durumda öğrencinin bilimsel hata yaptığı söylenebilir (Yağbasan, 2004; Güneş, 2011; Tunç, Akçam ve Dökme, 2012). Bununla beraber, öğrencilerin testlerdeki sorulara verdikleri her yanlış cevap da, öğrencinin o konuda kavram yanılgısına sahip olduğunu göstermez. Öğrenciler bir soruya, bilgi eksikliğinden, soruyu cevapladığı sıradaki hatalı düşünme şeklinde, sorunun yeteri kadar açık olmamasından, sorunun farklı şekilde algılanmaya açık olmasından, sorudaki bilgi veya yönerge eksikliklerinden dolayı soru yanlış cevaplanabilir. Bunun yanında eğer öğrenciler yanlış cevaplarının açıklamalarını da yanlış yapıyorlarsa ve cevaplarından da emin olduklarını ifade ediyorlarsa, o zaman kavram yanılgısına sahip oldukları söylenebilir (Eryılmaz & Sürmeli, 2002; Tunç, Akçam ve Dökme, 2012). Bu sebeplerden dolayı kavram yanılgısı testleri diğer testlerden oldukça farklıdır.

Kişilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla çoktan seçmeli testlerden de yararlanılmaktadır. Fakat burada dikkat edilmesi gereken konu, öğrencilerin çoktan seçmeli testte yer alan soruya verdikleri cevabın sebebinin irdelenmesidir. Çoktan seçmeli testlerde verilebilecek cevaplar seçeneklerde yer alan ifadelerle sınırlıdır. Bu yüzden kavram yanılgıları ile ilgili doğru tespitlerde



bulunabilmek amacıyla öğrencinin o cevabı nasıl ya da niçin seçtiği de sorulmalıdır (Bar & Travis, 1991; Şahin & Çepni, 2011; Tunç, Akçam ve Dökme, 2012). Öğrencilerin yaptıkları açıklamalar ile çoktan seçmeli sorulara verdikleri yanıtlar birlikte analiz edilir ve bu sayede öğrencilerin düşünme biçimleri yorumlanmaya çalışılır. Ancak bu türlü açıklamalı çoktan seçmeli testlerin uygulanması ve analiz edilmesi nispeten daha zordur (Tunç, Akçam ve Dökme, 2012). Bu nedenle uygulamanın daha kolay gerçekleştirilebileceği ve sonucun daha kolay değerlendirilebileceği iki veya üç aşamalı çoktan seçmeli testler, bazı araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir. İki aşamalı çoktan seçmeli testlerin ilk bölümünde başarı testlerinde yer alan bir soru, ikinci bölümünde ise ilk basamakta verilen cevabın nedenini sorgulayan soru yer almaktadır. Bu sayede öğrencinin verdiği cevabın gerekçesi belirlenerek, kavram yanılgısı tespit edilmeye çalışılmaktadır (Özkan, Tekkaya & Geban, 2004; Şahin & Çepni, 2011; Tunç, Akçam ve Dökme, 2012). Üç aşamalı testlerde ise iki aşamalı testlerden farklı olarak üçüncü basamakta, öğrencinin ilk iki soruya verdiği cevaptan ne kadar emin olunduğu sorulmaktadır (Eryılmaz & Sürmeli, 2002).

### **2.5.6. Kavram Yanılgılarının Giderilmesi**

Geleneksel fen eğitiminde, kavram öğretimi süreci aşağıdaki basamaklar izlenerek yapılmaktadır:

- Kavramın verilmesi
- Tanımın verilmesi
- Kavramı tanılayıcı ve ayırt edici özelliklerin verilmesi
- Kavrama dahil olan ve olmayan örneklerin verilmesi (Kaptan 1999).

Öğrenciler önceki öğretim süreçlerinden veya yaşamdaki deneyimlerinden dolayı bazı ön bilgilere sahip olabilirler. Yapılan birçok araştırma, geleneksel öğretim yönteminin kavram yanılgılarını gidermede yeteri kadar etkili olmadığını göstermektedir (Polat, 2007). Geleneksel öğretim yöntemleri yerine, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını doğrudan hedef alan ve onları gidermeyi amaçlayan öğretim yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir (Polat, 2007).

Öğrencilerin kendi kavramsal çerçevelerini yeniden yapılandırmaları zor bir süreçtir. Bu nedenle Yağbasan ve diğerlerine (2005) göre kavram yanlışlarının giderilebilmesi için uzun bir süreç gerektiren aşağıdaki çalışmalar yapılmalıdır:

- Derste işlenen konu ile ilgili sıklıkla rastlanan kavram yanlışlarından öğrencilere bahsedilmeli ve bunlar üzerinde tartışılmalı.
- Öğrencilerin, diğer öğrenciler ile konu üzerinde tartışmaları teşvik edilmeli ve bu sayede öğrencilerin kendi kavramsal çerçevelerini oluşturmalarına yardım edilmelidir.
- Yaygın olarak karşılaşılan kavram yanlışlarını gidermek için, simülasyon, model, deney gibi çeşitli etkinliklerle zenginleştirilmiş ortamlar dizayn edilmelidir.
- Daha önce belirlenmiş ve üzerinde durulmuş olan kavram yanlışları, kısa süre içinde tekrar gündeme getirilmeli ve devam edenler üzerinde yeniden tartışılmalıdır.
- Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının geçerli olup olmadığı belli aralıklarla tekrar test edilmeli ve bu kavramların doğru bir şekilde öğrenilmesi için pekiştirilmelidir.

Fen öğretiminde, kavram yanlışları belirlenip, bunları düzeltme yoluna gidilmediği takdirde, öğrenciler kavramları ya da olayları kendi bildikleri şekilde açıklamaya devam edeceklerdir. Bu yüzden kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması ve giderilmesi oldukça önemlidir (Polat, 2007). Kavramlar soyut düşünce birimleri olduklarından, bireylerin deneyimlerine bağlı olarak zihinlerinde farklı şekillerde yapılabilmektedirler (Polat, 2007). Kavram yanlışlarının tespit edilmesine yönelik çalışmalar, son yıllarda Türkiye'de ve dünya ülkelerinde önem kazanmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalar ile ilgili daha detaylı bilgiye 'Kuvvet ve hareket konusuyla ilgili çeşitli araştırmalarda belirlenen kavram yanlışları' bölümünden ulaşılabilir.

Öğretim sırasında kullanılacak etkinlikler, oluşabilecek kavram yanlışları da dikkate alınarak hazırlanmalıdır. Kavram yanlışlarının nerelerde daha fazla oluşabileceği düşünülerek, öğrencilerin kavramları doğru algılayıp, yapılandırabilecekleri etkinliklere yer verilmelidir. Bu şekilde uygulanan yöntem ve tekniğin etkinliği de artacaktır (Geban, Ertepinar, Yayla ve Işık, 1999).

### 2.5.7. Kavramsal Değişim

Kavram yanılgıları, yeni kavramların öğrenilmesini zorlaştırmaktadırlar. Öğrenciler, yeni öğrenilecek kavrama yakın fakat yanlış olan eski kavramlara sahipse, bunlardan vazgeçmekte gönülsüz davranmaktadırlar (Terry, Jones ve Hurford, 1985; Hewson ve Hewson, 1991). Eski kavramlar, uzun bir süreç sonunda ve öğrencilerin kendi yaptıkları gözlemler sonucunda geliştiğinden, bu kavramlar onlara daha yakın gelmektedir ve onlar için oldukça değerlidirler. Eski kavramların oluşmasında kararlı ön sezgili inançların rolü büyüktür. Bu sezgiler bilinçli olarak edinilmiş olmasa bile, sezgilerin öğrencilerin öğrenme süreçlerindeki etkileri oldukça fazladır (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Geleneksel öğretim yönteminin, öğrencilerin zihinlerinde derinleşmiş olarak var olan kavram yanılgılarının giderilmesinde çok az bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Brown ve Clement 1987; Schultz, Murray, Clement ve Brown, 1987; Riche, 2000, Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Bu sebeple kavram yanılgılarıyla baş etmek için farklı yöntemlerin uygulandığı çalışmalar oldukça ilgi çekmektedir.

"Kavramsal değişim" konusu içerisinde, öğrencilerin zihinlerinde farklı zamanlarda ve durumlarda oluşturdukları ve vazgeçmede oldukça zorlandıkları kavram yanılgılarının değiştirilerek, onları bilimsel olarak kabul edilen şekle dönüştürebilecek öğretim stratejileri irdelenmektedir. Kavramsal değişim çalışmalarına başlayabilmek için ilk olarak kavram yanılgılarının ayrıntılı bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir (Coştu ve diğerleri, 2007). Case ve Fraser (1999)'ın çalışmasında da vurgulandığı üzere, kavram yanılgılarının giderilmesi veya kavramsal değişimin gerçekleştirilmesi amacıyla geliştirilen etkinliklerin başarılı olabilmesi, kavram yanılgılarının ayrıntılı şekilde ortaya konulmasına bağlıdır. Bu işlem tam olarak yerine getirilmediği takdirde, hazırlanan etkinliklerle istenilen başarıya yeterince ulaşamayacağı belirtilmektedir. Ayrıca kavram yanılgıları, bu yanılgıların olası nedenleri ve giderilmelerine ilişkin bulgular da kavram öğretimi açısından oldukça önemlidir. Kavramsal değişim yaklaşımında, öğrencilerin mevcut bilgileri ön planda tutulur ve öğretim etkinlikleri bu bilgiler esas alınarak belirlenir (Stofflett, 1994; Çaycı, 2007a). Ancak öğrencilerin var olan bilgilerinin yeniden yapılandırılması süreci oldukça uzun zaman almakta ve yoğun çaba gerektirmektedir (Cerit Berber ve Sarı, 2009).

Posner ve arkadaşlarına (1982) göre, öğrencilerde kavramsal değişimin meydana gelebilmesi için dört şartın gerçekleşmesi gerekmektedir (Strike ve Posner, 1982, 1985, 1992; Uzunöz ve Akbaş, 2011; Akbaş ve Gençtürk, 2011; Pınarbaşı ve Canpolat, 2002). Bu şartlar şu şekilde ifade edilmektedir:

**1. Yetersizlik / Hoşnutsuzluk (Dissatisfaction):** Öğrenciler bazı olayları açıklamada mevcut bilgilerinin yetersiz olduğunu hissetmelidirler ve var olan kavramdan hoşnutsuzluk duymalıdır. Öğrenciler mevcut bilgilerinde eksikliklerin olduğu ve köklü değişikliklerin gerekli olduğuna inanana kadar mevcut kavramlarda değişiklik yapmaya yönelmezler. Bu rahatsız olma düzeyi yeterli olmazsa öğrenci çelişen bilgileri hatalı kavramlar ağı içinde kullanmaya devam eder.

Öğrencinin sahip olduğu kavramdan hoşnutsuz olma durumu daha çok, karşılaşılan yeni bir kavramın öğrencinin zihnindeki mevcut bilgi yapısıyla uyuşmaması sonucunda oluşur. Öğrenciden beklenen davranış; bu uyuşmazlığı ortadan kaldırmak için mevcut kavramlarında köklü değişiklikler yapmak istemesidir. Ancak bu durumun gerçekleşme ihtimali oldukça zordur. Öğrenci, ufak çaplı değişikliklerin işe yarayacağına kanaat getirene kadar, kendi kavramından vazgeçmek istemeyecektir (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002). Oluşabilecek diğer alternatif durumlar ise; yeni kavram reddedilebilir, yeni kavramın mevcut kavramlarla ilişkilendirilememesinden dolayı yeni kavrama karşı ilgisizlik oluşabilir, yeni kavram mevcut kavramlarla bir bağ kurulmadan olduğu gibi kabul edilebilir, yeni kavramı mevcut kavramlara benzetme çabasına girilebilir (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002). Öğrenciler var olan kavramlarından ne kadar çok hoşnutsuzluk duyarlarsa, yeni kavramları öğrenmede, o oranda istekli davranırlar. Böylece öğrenciler mevcut kavramlarını yeniden düzenlemeleri ya da değiştirmeleri gerektiğinin farkına varırlar (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002).

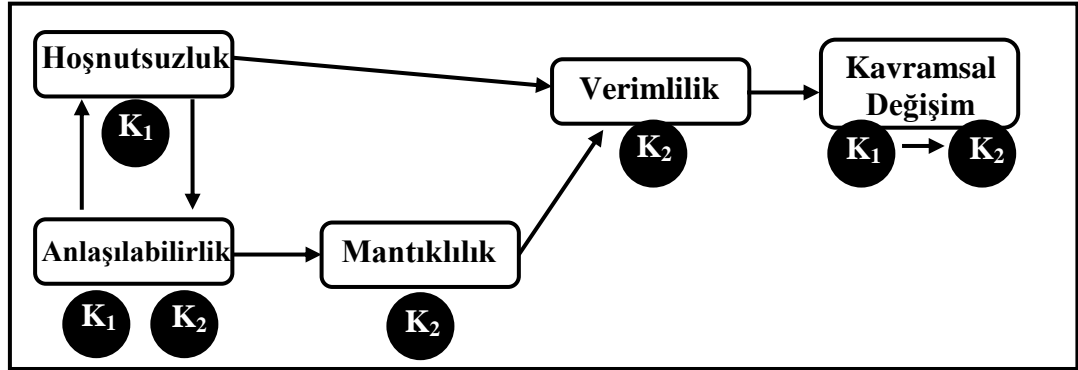
**2. Anlaşılabilirlik (Intelligibility):** Öğrenciler karşılaştığı yeni kavramların ne anlam ifade ettiğini kolaylıkla anlayabilmelidir, yani anlaşılabilir olmalıdır. Öğrenci, yeni bir kavramı kabullenebilmesi için, o kavramı anlaşılır bulmalıdır. Ancak, yeni bilgilerin anlaşılır olması öğrencinin kavramsal değişimi gerçekleştireceği anlamına gelmemektedir. Öğrenci yeni kavramı anlamada ve

yeni tutarlı yorumunu zihninde yapılandırmada zorluk çekmemelidir (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002).

**3. Mantıklılık (Plausibility):** Öğrenciler yeni kavramları akla yakın, makul ya da inandırıcı bulmalıdırlar. Yeni kavramlar bireye mantıklı gelecek nitelikte olmalıdır. Karşılaşılan yeni bilgi en azından mevcut kavramların sebep olduğu problemleri çözebilecek kapasiteye sahip olmalıdır. Mantıklılık, yeni bilginin öğrencinin sahip olduğu diğer bilgi ve deneyimlerle uyumlu olmasını ifade etmektedir. Başka bir deyişle mantıklılık, yeni bilginin diğer bilgilerle uyuma derecesinin bir ölçütü olarak kabul edilebilir. Kişiyeye mantıklı gelmeyen bir kavram, kabul görmeyecektir (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002). Buna göre;

- Yeni bilgi, kişinin mevcut bilgi yapısı ile uyumlu olmalıdır.
- Yeni bilgi kişinin geçmiş deneyimleriyle uyumlu olmalıdır.
- Kişi yeni bilgiyi zihninde canlandırabilmelidir.
- Yeni bilgi, kişinin problemlerini çözebilme kapasitesine sahip olabilmelidir (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002).

**4. Verimlilik (Fruitfulness):** Öğrenciler öğrendikleri kavramları yeni durumlara uygulayabilmeli ve farklı durumları açıklamada kullanabilmelidirler. Yeni kavram verimli bir araştırma programı sağlamalıdır. Yeni kavram, birey için verimli nitelikte olmalıdır. Kişi, önceki bilgilerinden kaynaklanan bir problemi çözmeye yardımcı olabilecek mantıklı ve anlaşılır yeni bir kavramla karşılaşır, bunu kendi bilgi yapısına kolaylıkla aktaracaktır. Eğer yeni bilgi sadece mevcut olan problemleri çözmekle kalmaz, aynı zamanda öğrencinin ufkunu genişletir ve ona yeni bakış açıları kazandırır, bu durumda yeni bilginin verimli bir şekilde kullanıldığı söylenebilir. Kısaca verimlilik, yeni bilginin farklı alanlarda da kullanılabilmesini ifade etmektedir (Pınarbaşı ve Canpolat, 2002).



Şekil 2.1. Kavramsal Değişim Modeli (Swift, 1984)

Şekil 2.1.'de Posner ve diğerlerinin (1982) ve Hewson (1981)'un kavramsal değişim ile ilgili olan görüşlerinden yola çıkarak, Swift (1984)'in şematize ettiği kavramsal değişimle ilgili dört şartın gerçekleşme sırası görülmektedir. Kavramsal değişimin gerçekleşmesi için, öğrencilerin önceki bilgilerinin ortaya çıkarılması gereklidir. Öğretmen tarafından sunulan bir kavram sınıftaki öğrencilerin bir kısmına makul ve mantıklı gelirken, bir kısmına öyle gelmeyebilir. Hatta önceki bilgileri ile ters düşebilir. Kavramsal değişimin gerçekleşmesinde öğretmenin rolü büyüktür (Çaycı, 2007b). Kavramsal değişimin bir öğretim stratejisi olarak kullanılabilmesi için öğretmenler, öğrencilerin anlamalarını kolaylaştıracak uygun ortamlar hazırlamalı, öğretim için uygun yöntem ve teknikleri seçmeli ve bu yöntem ve tekniklere uygun etkinlikler belirlemelidir (Scott ve diğerleri, 1991). Beeth (1998) ise, kavramsal değişim sürecinde öğretmenin yapması gereken davranışları şu şekilde özetlemektedir:

- Bir kavram öğretilmeden önce, öğrencilerin kavramla ilgili görüşleri belirlenmeli,
- Belirlenen fikirler öğrencilerle paylaşılmalı,
- Öğrencilerin düşüncelerinde bilimsel bilgilere uymayan görüşler var ise, bu çelişkiler ortaya çıkarılmalı,
- Bilimsel bilgilerin kullanılabileceği ortamlar oluşturulmalı,
- Öğrencilerin edindikleri bilgileri farklı durumlarda kullanabilecekleri etkinlikler hazırlanmalı (Aktaran Çaycı, 2007a).

Hewson ve Hewson (1983), kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için ihtiyaca uygun farklı öğretim stratejilerinden yararlanmak gerektiği üzerinde durmuştur. Hewson ve

Hewson (1983) bu öğretim stratejilerinin sahip olması gereken nitelikleri şöyle açıklamaktadır:

- **Birleştirme - Açıklama (Interpretation):** Yeni kavramlarla eski kavramların birbiriyle örtüşmesi gerekir.
- **Farklılaştırma (Differentiation):** Birbiriyle yakın ilişkili olan kavramların aralarındaki farklılıklar açık şekilde ifade edilmelidir. Birbirine karıştırılması mümkün olan kavramlar ayrıntılı şekilde açıklanarak, farklılıkları ortaya çıkarılmalı ve böylece oluşabilecek kavram kargaşasının önüne geçilmelidir.
- **Değiştirme (Exchange):** Yanlış olan mevcut kavram, yeni kavramla değiştirilmelidir. Bu durum, öğrencinin mevcut kavramın yetersiz ve hatalı olduğunu, yeni kavramın ise daha açıklayıcı ve daha doğru olduğunu fark etmesiyle gerçekleşebilir.
- **Kavramsal İlişkilendirme (Conceptual Bridging):** Soyut kavramların çeşitli deneyimlerle ilişkilendirilerek, mümkün olduğunca somutlaştırılmaya çalışılmalıdır. Kavramsal ilişkilendirmeyi kolaylaştıracak zengin bir ders içeriği sunulmalıdır. (Canpolat, 2002).

### 2.5.8. Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Çeşitli Araştırmalarda Belirlenen Kavram Yanılgıları

Yapılan literatür taraması sonucu Kuvvet ve Hareket konusuyla ilgili birçok araştırma yapılmış olduğu görülmektedir. Yapılan araştırmaların özetleri ve elde edilen bulgular aşağıda görülmektedir.

#### 2.5.8.1. Kinematik ve Dinamik Konuları İle İlgili Kavram Yanılgıları

Halloun ve Hestenes (1985a) yaptıkları çalışmada mekanikle ilgili tanılayıcı bir test geliştirmişler ve testi öğrencilere uygulayıp ardından görüşmeler yapmışlardır. Öğrencilerin alternatif fikirlerinin Aristo fiziğine olan yakınlığını incelemişlerdir. Öğrencilerin özellikle serbest düşme ile fikirlerinin Aristo ile benzerlik gösterdiği görülmüştür. Kuvvet ve hareket ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını şu şekilde listelemişlerdir:

- Hareket kuvvet gerektirmektedir.

- Eğer bir cisme hareket doğrultusunda etki eden bir kuvvet varsa cisim hareketine devam eder.
- Sadece canlılar kuvvet uygular.
- Kuvvet sadece cisme dokunulmasıyla oluşur.
- Eğer cisme uygulanan bir kuvvet yoksa, cisim ya duruyordur ya da yavaşlıyordur.
- Eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez.
- Sabit hız sabit kuvvet gerektirir.
- Hareket eden cismin içinde onun hareketinin devam etmesini sağlayan bir kuvvet vardır.
- Kuvvet kullanılıp tükenebilir.
- Hareket eden bir cisim, kuvvet kullanılıp bittiği zaman durur.

Clement (1982) de çalışmasında benzer sonuçlar bulmuştur. Minstrell (1982) yüksek okul öğrencileriyle yürüttüğü çalışmasında, öğrencilerden bir masa üzerinde duran kitaba etki eden kuvvetleri göstermelerini istemiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin yaklaşık %50'sinin masa ve yer çekiminin birbirine zıt kuvvetler uyguladığı, diğer %50'sinin ise sadece yerçekiminin dikey bir kuvvet uyguladığı görüşünü savundukları ortaya çıkmıştır. Özetle bu çalışmada, öğrencilerin tepki kuvvetini göz ardı ettikleri ortaya çıkmıştır.

Minstrell (1991, 2001), yaptığı çalışmalarda öğrencilerin "sabit sürat için sabit bir kuvvet gereklidir", "pasif cisimler kuvvet oluşturmaz, sadece canlı varlıklar kuvvet oluşturabilir" düşüncelerine sahip oldukları bulunmuştur. Ayrıca "cansız varlıklar kuvvet oluşturamazlar, onlar sadece hareketi durdurma ya da yönlendirme noktasında etki eden engellerdir" görüşleri de saptanan düşünceler arasındadır. Öğrenciler bir cismin konumu ile süratini birbirine karıştırmakta, iki cisim yan yana olduğunda aynı sürate sahip olacaklarını düşünmektedirler.

Mekanik konusunda yapılan diğer araştırmalara (Hashweh, 1988; Lythcott, 1985) göre de öğrencilerin birçoğunun aşağıdaki kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir:

- Bir nesneye kuvvet uygulandığında, cisim uygulanan kuvvetin yönünde hareket eder.



- Sabit kuvvetin etkisinde bir nesne sabit hızla hareket eder.
- Bir nesnenin hızı, uygulanan kuvvetin büyüklüğü ile orantılıdır.
- Kuvvetin yokluğunda nesne ya hareketsizdir ya da hareket ediyorsa hareketi yavaşlar (Bahar, Öztürk ve Ateş, 2002; Polat, 2007).

Hise (1988), yüksek okul ve lise öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanlışlarını araştırmıştır. Öğrencilerden, sabit hızla düzgün doğrusal hareket yapan bir araca hareket yönünde etkiyen (A) ve harekete zıt yönde etkiyen (B) kuvvetlerini karşılaştırmaları istenmiştir. Çalışmaya katılan yüksek okul öğrencilerinin %66'sı, lise öğrencilerinin de %18'i  $A=B$  cevabını vermişlerdir (Polat, 2007).

Sadanand ve Kess (1990) çalışmalarında, lise son sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konuları ile ilgili kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Öğrencilere yatay masada hareket eden bir topa, masayı terk ettikten sonra etkiyen kuvvetler sorulmuş ve 95 öğrenciden 80'inin "topa hareket yönünde sabit kuvvet etkir" şeklinde yanıt verdikleri belirlenmiştir.

Watts (1982), 12-17 yaşlarındaki öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapmış ve sonucunda öğrencilerin yerçekimiyle ilgili bazı kavram yanlışlarını ortaya çıkarmıştır. Bu kavram yanlışları şunlardır:

- Yerçekimi hava bulunan bir ortamda olur.
- Yerçekimi yükseltiyle birlikte artar.
- Yerçekimi seçici bir kuvvettir ve sadece belirli cisimlere etki eder.
- Yerçekimi ağırlık değildir.
- Yerçekimi nesnelere düşmeye başlarken etki etmeye başlar ve sadece yere düşünceye kadar etki eder.

Gunstone ve White (1981) çalışmalarında, Avustralya'da bulunan Monash Üniversitesi'nde öğrenim gören fizik öğrencilerinin, yerçekimi ile ilgili görüşlerini araştırmışlardır. Bunun için öğrencilerden, 2 metre yükseklikten bırakılan, çapları aynı olan demir ve plastikten yapılmış iki kürenin yere düşme sürelerini karşılaştırmaları istenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda, çalışmaya katılan 176 öğrenciden 131'inin her ikisinin de aynı sürede düşeceğini, 42'sinin ise metal kürenin daha önce yere varacağını belirttikleri ortaya çıkmıştır.

Gunstone ve Watts (1985), onüç, ondört ve onyediy yaş grubundaki öğrencilerin kuvvet konusuyla ilgili algılarını araştırmıştır. Öğrencilere, kızakla aşağı doğru kayan bir kişinin yapacağı hareketle ilgili görüşleri sorulmuştur. Öğrencilerden, "yatay olarak hareket etmeye devam etmek isterse, itmeye devam etmek zorunda kalacaktır, aksi takdirde gücü tükenecek ve duracaktır" ve "sürekli hareket için sürekli olarak itmek gerekmektedir" şeklinde farklı cevaplar alınmıştır. Ayrıca araştırmada öğrencilerden, yukarıya doğru fırlatılan bir tenis topuna etkiyen net kuvvetle ilgili görüşlerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin birçoğu "kuvvet başlangıçta büyüktür, top yükseldikçe kuvvet azalır ve hareketin durduğu tepe noktasında kuvvet biter, o anda yerçekimi topu aşağı doğru çeker" düşüncesini savunmuşlardır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin, "sürekli hareket sürekli kuvvet gerektirir", "hareket kuvvet miktarı ile orantılıdır" ve "eğer bir nesne hareket ediyorsa bu nesne üzerinde hareket yönünde etkili olan bir kuvvet vardır" şeklinde kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir (Aktaran Zeybek, 2007).

McDermott (1984) yaptığı çalışmada, mekanik ile ilgili kavramsal bilgileri araştırmıştır. Çalışmasında, edilgen kuvvetler, yerçekimi kuvveti, hız ve ivme, kuvvet ve hareket gibi bazı dinamik kavramlarını incelemiştir (Aktaran Polat, 2007). Bunun için, 1000 lise son sınıf öğrencisine, tavana ipe tutturulmuş bir topa yani hareketsiz haldeki bir basit sarkaca etki eden kuvvetleri sormuştur. Öğrencilerin %50 'sinin ipteki gerilme kuvvetini gösteremediği ortaya çıkmıştır. Farklı bir soruda da, yukarıya doğru atılan bir topa, tepe noktasına ulaşmadan önceki bir konumda, topa etki eden kuvvetler sorulduğunda, öğrencilerin büyük kısmının yukarıya doğru bir fırlatma kuvveti ile aşağıya doğru yerçekimi kuvvetinin birlikte etki ettiklerini düşündükleri sonucuna varmıştır (Polat, 2007).

McCloskey (1983), lise ve üniversite öğrencileri ile yaptığı çalışmada, öğrencilerden hareket eden bir cismin farklı durumlarda nasıl davranacağı ile ilgili tahminlerde bulunmalarını istemiştir. Çalışmanın sonucunda, lise öğrencilerinin bir kısmının fizik dersi almadan önce sahip oldukları kavram yanlışlarının, öğretim sonunda olduğu gibi kaldığı görülmüştür. Eğitimden önce %93 olan başarı yüzdesinin, yapılan eğitim sonunda %80'e düştüğü belirlenmiştir.

Gamble (1989), oniki yaşındaki çocuklarla yürüttüğü çalışmada, öğrencilerin kuvvet kavramını nasıl anladıkları üzerinde bir araştırma yapmıştır. Araştırmanın sonucuna göre, öğrencilerin yüzde ellisinden az bir kısmının kuvveti sadece itmek veya çekmek olarak tanımladıkları, yüzde ellisinden fazlasının ise aralarında açığı olan kuvvetlerin bileşke kuvvetini yanlış hesapladıkları ortaya çıkmıştır. Kuvvetin tanımının sorulduğu soruda ise öğrencilerin %16'sı basınç, %7'si enerji, %6'sı güç, %4'ü sağlamlık ve %3'ü hareket olarak kuvvet kavramını tanımlamışlardır.

Eryılmaz (1992), ODTÜ'de öğrenim gören fizik öğretmeni adaylarıyla yürüttüğü çalışmada, öğrencilerin Mekaniğe Giriş dersindeki eksik kavramlarının cinsiyet ile ilişkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre mekanik konusunda daha fazla kavram yanlışlığına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Çalışmanın diğer bir sonucu da, geleneksel öğretim yönteminin, öğrencilerin mekanik konusu ile ilgili eksik kavramlarını gidermede yetersiz olduğudur.

Çataloğlu (1996) çalışmada, lise ve fen bilimleri eğitimi bölümü öğrencilerinin, mekanik konusunda sahip oldukları kavram yanlışlıklarını belirlemeyi ve lise fizik öğretmenlerinin, öğrencilerin kavram yanlışlıklarının farkında olup olmadıklarını tespit etmeyi amaçlamıştır. Bunun için çalışmada "Kuvvet Konuları Kavram Testi" ve "Sosyo-Ekonomik Seviye Tespit Testi" ölçme araçları olarak kullanılmıştır. Kuvvet Konuları Kavram Testi 227 lise birinci sınıf öğrencisine ve 320 ODTÜ fen bilimleri eğitimi bölümü öğrencisine uygulanmıştır. Bu çalışma, öğrencilerin büyük bir bölümünün mekanikte kavram yanlışlığına sahip olduklarını göstermiştir. Lise birinci sınıf öğrencilerinde cinsiyet farkı ile sahip olunan kavram yanlışlıkları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Çalışmanın bir diğer sonucu ise, üst sosyo-ekonomik seviyede bulunan öğrencilerin daha başarılı olduğudur. Ayrıca lise fizik öğretmenlerinin, öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanlışlıklarından büyük ölçüde haberdar olmadıkları belirlenmiştir (Aktaran Yılmazlar vd., 2014).

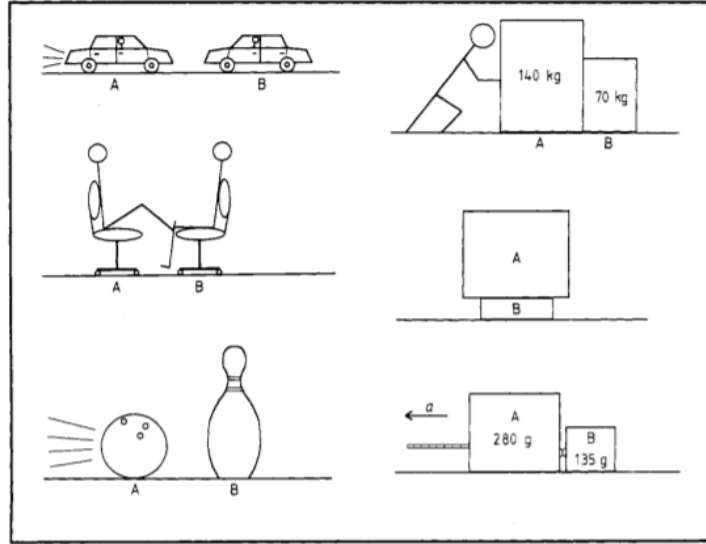
Polat (2007) 10. sınıf öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada, öğrencilerin kuvvet ve hareket konusunda sahip oldukları kavram yanlışlıklarını tespit etmeye ve yapılandırıcı yaklaşımın öğretim yöntemlerinden biri olan kavram karmaşası yönteminin kavram yanlışlıklarını düzeltmedeki etkisini belirlemeye çalışmıştır. 59 lise 2. sınıf öğrencisinin

katıldığı araştırmada, bu yöntemin kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Yumuşak (2008), fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada, öğretmen adaylarının temel fizik konularına ilişkin kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemiş ve bu kavram yanlışlarının nedenlerini saptamaya çalışmıştır.

Genç (2008), ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusunu anlama düzeylerini belirleyip, kavram yanlışlarını tanımlamaya ve ortaya çıkarmaya çalışmıştır. 77 altıncı sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada, öğrencilerin kuvvet ve hareket konularıyla ilgili birçok kavram yanlışına sahip olduklarını tespit etmiştir (Aktaran Yılmazlar vd., 2014).

Brown (1989) çalışmasında öğrencilerin, Newton'un üçüncü Kanunu olan etki-tepki prensibi ile ilgili kavram yanlışlarına sahip olup olmadıklarını araştırmıştır. Şekil 2.2'de görülen çeşitli durumlarla ilgili cisimlerin birbirlerine etkileri konusunda öğrencilerin ne düşündükleri sorulmuştur. Öğrencilerin birçoğu daha hızlı olanın veya kütlesi daha büyük olanın diğerine daha fazla kuvvet uyguladığını belirtmişlerdir.



**Şekil 2.2. Brown (1989) Çalışmasında Kullanılan Farklı Durumlardaki Etki-Tepki İlişkisinin Sorulduğu Kartlar**

Narjaikaew (2013), yaptığı çalışmada fen bilgisi öğretmenlerinin kuvvet ve hareket konusunda kavram yanlışlarına sahip olup olmadıklarını araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğretmenlerin sadece %37'sinin, iki aşamalı test sorularının ilk aşamasına

doğru cevap verebildiği, onların da çoğunun sorunun ikinci aşamasına doğru cevap veremediği ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda, öğrencilerde yaygın olarak rastlanan 'hareket kuvvet gerektirir', 'hareket yoksa kuvvet de etkimez', 'hız kuvvetle orantılıdır', 'büyük kütleli cisim daha büyük kuvvet uygular' gibi kavram yanlışlarının öğretmenlerde de mevcut olduğu belirlenmiştir.

Neumann vd. (2013) çalışmalarında, Hestenes, Wells ve Swackhamer (1992)'in kuvvet ve hareket konusuyla ilgili sahip olunan kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla hazırladıkları ve bir çok farklı çalışmada da (Temizkan (2003); Soner (2006); Alonzo ve Steedle (2008); Çopur (2008); Smith ve Wittmann (2008); Bayraktar (2009); Demir, Uzoğlu ve Büyükkasap (2012); Narjaikaew (2013)) kullanılan 'Force Concept Inventory' testinin sorularını analiz etmiş ve değerlendirmişlerdir.

Yapılan literatür incelemesi sonucunda, "Kuvvet ve Hareket" konusuyla ilgili kavram yanlışlarının araştırıldığı, kavram yanlışlarının giderilmeye ve başarının arttırılmaya çalışıldığı yüksek lisans ve doktora düzeyindeki ulusal tez çalışmalarına; Yıldız (2003), Candan (2003), Temizkan (2003), Kuru (2003), Dinçer (2003), Yıldız (2003), Pehlivan (2004), Hırça (2004), Türker (2005), Soner (2006), Dilber (2006), Demirçalı (2006), Palut (2006), Açar (2007), Keleş (2007), Zeybek (2007), Polat (2007), Yıldız (2008), Genç (2008), Seçer (2008), Çopur (2008), Hırça (2008), Karaçam (2009), Atasoy (2009), Günaydın (2010), Demir (2010), Pastırmacı (2011), Türkan (2012) ve Topalsan (2015)'in çalışmaları örnek olarak gösterilebilir.

### **2.5.8.2. Enerji Konusu İle İlgili Kavram Yanlışları**

Öğretim programlarında ilköğretimin ilk kademesinden itibaren yer bulan enerji konusu, fiziğin temel kavramlarından biridir (Tekbıyık, 2010). Enerji kavramı disiplinler arası bir kavramdır (Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Etkileri gözlenebilir ve ölçülebilir olmasına rağmen, birçok çeşidinin olması, soyut ve teorik bir doğasının olması nedeniyle, tek bir tanımı bulunmamaktadır (Diakidoy, Kendeou ve Ioannides, 2003; Sefton, 2004; Tekbıyık, 2010). Enerji kavramı en genel tanımıyla "iş yapabilme yeteneği" olarak tanımlanmaktadır (Warren, 1982,1983; Hırça, 2004; Hırça, 2008; Trefil ve Hazen, 2004; Papadouris vd., 2008). Doğada pek çok değişik formda enerji olması ve disiplinler arası bir konu olması nedeniyle; fizikte, kimyada ve biyolojide enerji ile ilgili farklı tanımlamalar ortaya çıkmıştır (Kurnaz ve Sağlam

Arslan, 2009). Örneğin fizikte enerji kavramı; hareket etmek, ısınmak ve aydınlanmak amacıyla kullanılan; ses, ısı ve ışık gibi etkileri sayesinde hissedilebilen ve hesaplanabilen; kinetik, potansiyel, elektrik, ısı ve nükleer enerji gibi farklı çeşitleri bulunan bir büyüklük olarak tanımlanmaktadır (Aktaran Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Kimyada enerji kavramı, kimyasal tepkime sırasında atomlar arasındaki bağların kopması için gereken ısı veya yeni bağların oluşması sırasında çevreye verilen ısı olarak tanımlanmaktadır. Elektrokimyasal pillerde, kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüşümü açıklanmaktadır (Aktaran Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Biyolojide enerji ise yaşamın temel kaynağı olarak kabul edilir (Tekbıyık, 2010). Biyolojide enerji, canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi için gerekli olan ve temel kaynağının güneş olduğu bir kavramdır (Sağdıç ve diğerleri, 2007). Ayrıca doğadaki enerji dönüşümü biyolojinin temel konularından biridir (Köse ve diğerleri, 2006). Bu sebeplerden dolayı, enerji kavramı fiziksel, kimyasal ve biyolojik boyutlarıyla ele alınmaktadır (Gürdal, Bayram & Şahin, 1999; Konuk ve Kılıç, 1999; Özmen, Dumanoglu & Ayas, 2000). Enerji kavramı, öğrencilerin yapılandırmakta en fazla zorlandıkları kavramlar içerisinde yer almaktadır (Stylianidou, Ormerod ve Ogborn, 2002). Enerji konusu, öğrenciler tarafından soyut ve anlaşılması zor bir kavram olarak nitelendirilmektedir (Boyes ve Stanisstreet, 1990). Enerji kavramı, farklı disiplinlerde enerji kaynakları, enerjinin depolanması gibi çeşitli konuların alt başlıklarında yer almaktadır. Bu kavramlar, öğrencilerin zihinlerinde farklı şekillerde yapılandırıldıklarından, öğrencilerin kavramlar arası ilişkilendirmede güçlükler yaşadıkları ortaya çıkmıştır (Kayalı ve diğerleri, 2000; Ayas ve diğerleri, 2002). Benzer durumun üniversite öğrencilerinde de görüldüğü belirlenmiştir (Konuk ve Kılıç, 1998). Literatür taraması yapıldığında, öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir (Viennot, 1979; Gilbert ve Watts, 1983; Duit, 1984; Solomon, 1983, 1985; Gilbert ve Pope, 1986; Ogborn, 1990; Trumper ve Gorsky, 1993; Psillos, 1997; Shymansky ve diğerleri, 1997; Dominguez ve diğerleri, 1998; Konuk ve Kılıç, 1999; Amettler ve Pinto, 2002; Kaper ve Goedhart, 2002a ve 2002b; Stylianidou ve diğerleri, 2002; Boyes ve Stanisstreet, 1990; Gülçiçek ve Yağbasan, 2004; Küçük, Çepni ve Gökdere, 2005; Aydın ve Balım, 2005; Özcan, 2006; Ünal Çoban ve diğerleri, 2007; Tatar ve Oktay, 2007; Kurnaz, 2007; Yuenyong ve Yuenyong, 2007; Aydoğmuş, 2008; Cerit Berber,

2008; Paliç, 2008; Hırça ve diğerleri, 2008; Yürümezoğlu ve diğerleri, 2009; Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009; Sağlam Arslan, 2009; Seçer, 2008; Topalsan, 2015). Aşağıda enerji konusuyla ilgili kavram yanlışlarını belirlemeye ve enerji konusunun öğretimine yönelik yapılan çeşitli çalışmaların özetleri yer almaktadır.

Duit (1984), Filipinler'de ve Almanya'da öğrenim gören toplam 234 ilköğretim ve lise öğrencisiyle araştırmasını gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili görüşlerini öğrenmek için çalışmasını 4 basamakta yapmıştır. Öğrencilerden ilk basamakta enerji ile ilgili kavramları yazmalarını, ikinci basamakta iş, güç, enerji ve kuvvet kavramlarını tanımlamalarını, üçüncü basamakta bu kavramlara örnekler vermelerini ve dördüncü basamakta mekanik sistemler ile ilgili gösterilen resimleri açıklamalarını istemiştir. Yapılan çalışma sonucunda Filipinler'de ve Almanya'da öğrenim gören ilköğretim ve lise öğrencilerinin enerji kavramı ile ilgili birçok alternatif kavram geliştirdikleri belirlenmiştir (Aktaran Topalsan, 2015). Sonuç olarak, öğrencilerin enerji kavramını güç ve kuvvet kavramlarıyla ilişkilendirdikleri ortaya çıkmıştır (Aktaran Seçer, 2008). Ayrıca Viennot (1979) ile Gilbert ve Watts (1983) de yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin enerji kavramı ile kuvvet kavramı arasında ayırım yapmakta zorlandıklarını ortaya çıkarmışlardır. Benzer bir sonuç Hestenes ve arkadaşlarının 1992'deki çalışmasında da görülmektedir. Gilbert ve Watts (1983) öğrencilerin, enerjinin yaşayan ve hareket eden varlıklarla ilgili olduğu görüşüne sahip olduklarını belirtmiştir (Aktaran Seçer, 2008).

Watts (1983a) çalışmasında, fen öğretmenlerinin ve öğrencilerin enerji kavramına olan bakış açılarından hareketle, enerji ile ilgili karmaşık durumları tanımlama ve analiz etmede faydalı olacağını belirttiği bir sınıflama yapmıştır. Bu sınıflamaya göre enerji konusunun öğretiminde faydalanılabilecek 7 farklı bakış açısı şunlardır: Enerji insan merkezlidir, enerji depo edilebilir, enerji oluşumdaki bileşenlerden biridir, enerji açık bir aktivitedir, enerji bir sonuçtur, enerji işlevseldir, enerji akışkandır (Aktaran Kurnaz, 2007). Watts (1983a) çalışmasında, enerji kavramı ile öğrencilerin kendi dünyalarındaki fizik kavramları arasında nasıl bir bağ kurduklarını araştırmıştır. Londra'da öğrenim görmekte olan 6 ortaokul öğrencisine, enerji kavramının resmedildiği farklı kartlar gösterilerek, öğrencilerin düşünceleri ortaya çıkarılmak istenmiştir. Bu amaçla Gilbert ve Pope (1982) ile Watts ve Gilbert (1982) tarafından tanımlanan yedi alternatif çerçeveden yararlanılmıştır. Bu yapı aşağıda listelenmektedir:

1. **İnsan merkezli çerçeve:** İnsanla bağdaştırılır ve insanın enerjik olma durumuna gönderme yapılır. Örneğin "*çok enerjiye sahip olma ya da enerji kaybetme ve bunun sonucunda yorulma*" gibi düşünceleri içerir.
2. **Depo çerçevesi:** Bazı nesnelere enerjiye sahiptir ve yeniden doldurulabilir, diğerlerinin ise enerjiye ihtiyaçları vardır ve aldıklarını harcarlar.
3. **Enerji bir malzeme, parça ya da bileşendir:** Enerji, nesne veya olaylarda tetiklenmeyi gerektiren cansız bir parçadır. Örneğin; yiyecekte enerji bulunur fakat ancak birisi onu yediğinde enerji etkin hale geçer.
4. **Aktivite çerçevesi:** Enerji özellikle hareketle ilişkilidir ve aktivitenin dışına doğru yansımalarıdır.
5. **Ürün çerçevesi:** Enerji, bir bileşen ya da süreç değildir. Fakat üretilmekte olan ya da kaybolan bir durumun yan ürünüdür.
6. **İşlevsel çerçeve:** Enerji, hayatı kolaylaştırmakla eşdeğer tutulan yakıtın genel bir türü olarak görülür.
7. **Akış transferi çerçevesi:** Enerji, bazı işlemlerde transfer edilen sıvının bir türü olarak görülür (Aktaran Özcan, 2006).

Çalışmanın dahilinde 40 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edilerek, öğrencilerin dayandırdıkları alternatif yapılar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Örneğin öğrencilere, bir kişi tarafından büyük bir kutunun yokuş yukarı itilerek hareket ettirildiği bir resim gösterilmiştir ve öğrencilerden hangisinin enerjiye sahip olduğu konusundaki görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Bir öğrenci, insanın enerjiye sahip olduğunu ancak kutunun enerjiye sahip olmadığını belirtmektedir. Bu düşünce, öğrencinin "*İnsanın kutuyu tepenin en üst noktasına itmesinden dolayı çok enerjisi vardır. Fakat kutu orada hiçbir şey yapmıyor ve kesinlikle enerjisi yoktur*" ifadesinden anlaşılmaktadır. Bu yanıt kavramın insan merkezli çerçeveye ilişkilendirildiğini göstermektedir (Aktaran Özcan, 2006).

Watts (1983a)'ın çalışmasında kullanılan bir diğer kartta da yemek yiyen bir çocuk resmedilmektedir. Bu resme ilişkin bir öğrenci, "*yemek yiyen çocuk enerjiye sahiptir, onu depolar ve sonra onu tüketir*" şeklinde bir ifade kullanmıştır. Bu ifadeyle, çocuğun verdiği yanıtın depo çerçevesine örnek olduğu belirtilmiştir (Aktaran Özcan, 2006).



Watts (1983a)'ın resimli enerji kartlarıyla yürüttüğü çalışmanın bir benzeri de Stylianidou, Ormerod ve Ogborn (2002) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada 1966 ile 1997 yılları arasında yayınlanmış olan 46 adet fen kitabından enerji ile ilgili olan resimler seçilmiş ve bu resimlerin anlaşılma düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma 12 yaşındaki 104 öğrenciye anketler dağıtılarak başlamış, daha sonra 20 öğrenci seçilerek, onlarla görüşmeler yapılmasıyla devam etmiş ve en son olarak da içlerinden 12 öğrencinin seçilerek görüşlerinin değerlendirilmesi ve analiz yapılmasıyla tamamlanmıştır. Çalışmada, soyut bir kavram olan enerji kavramının kitaplarda yer alan yuvarlanan tekerlek, elektrik, ışık ve buhar gibi kavram resimlerinden anlaşılmasının çok kolay olmadığı belirtilmektedir. Öğrencilerin resimleri anlamadaki zorlanmaları bilgi eksikliklerinin yanı sıra, resimlerin dikkatsiz bir şekilde hazırlanmış olmasıyla da açıklanmaktadır. Özetle, kitaplarda yer alan enerji ve diğer konularla ilgili resimlerin daha özenli bir şekilde hazırlanması gerektiği ve öğretmenlerin derslerde resimleri daha dikkatli bir şekilde açıklamaları gerektiği vurgulanmaktadır.

Solomon (1983) çalışmasında, öğrencilerin enerji kavramını insanların günlük hayattaki hareketleri ile ilişkilendirdiklerini ortaya çıkarmıştır. Öğrenciler, "enerji" kavramını insanlara özgü yürümek, zıplamak ve yaşamak gibi davranışlarla ilgili olduğunu düşünmektedirler. Öğrencilerin okul dışında edindikleri bilgilerin bilimsel bilgilerle uyuşmadığını fark etmelerine rağmen yine de bu bilgileri kullanmayı sürdürdükleri görülmüştür.

Solomon (1985), İngiltere'de dördüncü sınıfta okuyan öğrencilerle üç yıl süren bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışma, öğrencilerin enerji konusu ile ilgili kavramları hakkında yapılan ilk sistematik çalışma olması bakımından önemlidir. Yapılan araştırma şu şekilde özetlenmiştir:

- Öğrencilerin enerjinin depolanabileceğine inanmadıkları tespit edilmiştir. Örneğin, birçok öğrencide bulunan görüş, yiyecek ve gazyağı gibi materyallerde enerji bulunmadığı halde, enerji oluşumuna sebep olduklarıdır.
- Öğrenciler, serbest kalıncaya kadar, enerjinin gerçek enerji olmadığını ifade etmişlerdir.
- Enerji kavramını insanların özelliği olarak yorumlamışlardır ve sadece hareketli insanların aktivitesi olarak algılamışlardır.

- Çoğu öğrencinin enerjinin, kendine ait enerjiye sahip olmayan şeylerden, aniden ortaya çıkabileceğini düşündükleri belirlenmiştir. Yani öğrencilere göre enerji yoktan var olabilir.

Gilbert ve Pope (1986), öğrencilerin enerji kavramına ilişkin sıraladıkları kavram yanılgılarından bazıları şöyledir:

- İnsan merkezli (Anthropic): Enerji insanlarla ilişkilidir.
- Kaynak (Depository): Bazı nesnelere enerjiye sahiptir ve onu harcarlar.
- İçerik (Ingredient): Enerji, etkin olmayan ve bir kıvılcımla ortaya çıkan nesnelere içindeki bileşimdir. Enerji nesnelere içinde hareketsiz durur ve nesnelere tetiklenmesi ile açığa çıkar.
- Hareket (Activity): Enerji belirgin bir etkinlik, aktivitedir. Enerji nesnelere hareketi ile ilgilidir.
- İşlevsel (Functional): Enerji yaşamın devamı için gerekli bir tür yakıttır.
- Ürün (Product): Enerji bir durum ya da olay sonucu açığa çıkan üründür.
- Akış (Flow-transfer): Enerji farklı işlemlerle cisimler arasında akan bir tür akıştır.

Ogborn (1990)'a göre, öğrenci ve öğretmenler enerjiyi canlı olmakla sahip olunan hayati bir olay olarak görmekte, enerjiyi maddedeki değişimin nedeni olarak düşünmekte ve enerji, aktivite, eylem, güç, kuvvet gibi sözcükleri birbirinin yerine kullanmaktadırlar.

Boyes ve Stanisstreet (1990) öğrencilerin enerji ve enerjinin korunumu konularındaki anlama düzeylerini saptamak amacıyla yaşları 11 ile 16 arasında değişen 1130 öğrenci ile çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda ortaya çıkan kavram yanılgıları şunlardır:

- Öğrenciler, enerji kavramını sadece insan özelliği olarak düşünmüşlerdir.
- Öğrenciler, enerji kavramını nesnelere depo edilebilen ve olayların oluşmasına neden olan olgu olarak ifade etmişlerdir.
- Öğrenciler, enerjinin korunumunu genellikle çevresel anlamları ile algılamışlardır.
- Öğrenciler, enerji kavramını aktivite ve hareket ile bağlantılı olarak bazı işler yapmaya yarayan bir çeşit yakıt olduğunu belirtmişlerdir.

- Öğrenciler, enerjiyi duman gibi fark edilebilir bir ürün olarak düşünmüşlerdir.

Boyes ve Stanisstreet (1991), üniversite 1. sınıf öğrencilerinin, "Yaşayan Organizmalar İçin Enerji Kaynakları" konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu amaçla, British Şehir Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan 2 gruba anket uygulanmıştır. Biyoloji dersi ve fizik dersi almakta olan toplam 108 öğrenciye bu anket çalışması uygulanmıştır. Öğrencilerin, bitkiler ve hayvanlar için gerekli olan enerji kaynaklarını nasıl açıkladıkları ile ilgili yöneltilen sorulara verdikleri cevaplar şu şekildedir:

- %31'i bitkilerin enerjiyi topraktan aldıklarını,
- %28'i sudan aldıklarını,
- %20'si havadan aldıklarını belirtmişlerdir.

Hayvanlar için enerji kaynaklarının sorulduğu soruya verilen cevaplar şu şekildedir:

- %29'u havanın enerji kaynağı olduğunu,
- %18'i suyun enerji kaynağı olduğunu belirtmişlerdir (Aktaran Özcan, 2006).

Trumper ve Gorsky (1993) çalışmalarında, öğrencilerin enerji hakkındaki kavramsal düşüncelerini dokuz grupta toplamışlardır. Çalışmada saptanan alternatif kavramlar şunlardır:

- Enerji insanlarla ilişkilidir.
- Enerji yaşam için gerekli bir çeşit yakıttır.
- Enerji hareketle ilgilidir.
- Nesnelerin enerjisi vardır ve bu enerjiyi harcarlar.
- Enerji nesnelerin bir parçasıdır, nesnelerin tetiklenmesi sonucu bu enerji açığa çıkar.
- Enerji belirli işlemler sonucu açığa çıkan üründür.
- Enerji bir şeylerin oluşmasını sağlar.
- Enerji belirli işlemlerle cisimlerin arasında akan bir çeşit akışkandır.

Shymansky ve diğerleri (1997), 10. sınıf öğrencileriyle geleneksel mekanik kavramlarını nasıl anlamlandırdıkları ile ilgili bir araştırma yapmıştır. Bu araştırma sonucuna göre, öğrencilerin geleneksel mekanik konularıyla ilgili birçok alternatif

kavramlar geliştirdikleri ortaya çıkmıştır. Bu alternatif kavramlardan bir tanesi de öğrencilerin enerji kavramını, "kuvvet enerjidir" şeklinde yanlış dűřünmeleridir.

Trumper (1998) alışmasında, fizik öğretmen adaylarının enerji konusundaki kavramsal gelişimlerini 4 yıllık bir sűrete incelemiştir. İki kısımdan oluşan bir anket yardımıyla 25 fizik öğretmen adayından 4 yıl boyunca veriler toplanmıştır. Anket, her eğitim-öğretim yılının başında öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Anketin ilk kısmında enerji kavramıyla ilgili çeşitli resimler bulunmaktadır. Öđretmen adaylarından bu resimleri tanımlamaları istenmiştir. İkinci kısımda ise verilen bir durum karşısında, öğretmen adaylarının bilimsel bilgilerine göre görűřlerini belirlemeyi amaçlayan doğru, yanlış, anlamadım ve emin değilim gibi seçeneklerden oluşan sorular yer almaktadır. Çalışmanın sonucunda, geçen yıllar itibariyle öğretmen adaylarının enerji kavramı ile ilgili anlamalarının geliştiği, algılamalarının arttığı, buna rağmen çeşitli kavram yanılığlarına hala sahip oldukları belirlenmiştir. Bu kavram yanılığları arasında; öğretmen adaylarının enerjiyi soyut olmayan, somut bir varlık olarak algılamaları, enerji ile kuvvet kavramlarını karıştırmaları ve yalnızca hareket eden cisimlerin enerjiye sahip olabileceği yer almaktadır.

Bahar, Öztürk ve Ateş (2002) yaptıkları çalışmada, fizik konularından Newton'un hareket yasaları ile iş, güç ve enerji konularında öğrencilerin anlama düzeylerini ve kavram yanılığlarını yapılandırılmış grid yöntemi ile araştırmışlardır. Çalışma grubunu lise 2. sınıfta öğrenim gören 6 kız, 16 erkek toplam 22 öğrenci oluşurmaktadır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin konu ile ilgili bilgi seviyeleri, kavramlar arasında kurdukları bağları, yanlış anlamaları ve bilgi eksiklikleri hakkında bilgi edinilmiştir.

Gölecek ve Yađbasan (2004) alışmalarında, lise 2. sınıf öğrencilerinin mekanik enerjinin korunumu konusunda sahip oldukları kavram yanılığlarını araştırmışlardır. Ölçme aracı olarak, çoğunluğu literatűrden yararlanılarak oluşturulan 28 soruluk çoktan seçmeli kavram testi kullanılmıştır. Çalışma Ankara il merkezinde yer alan 6 lisede öğrenim görmekte olan toplam 310 lise 2. sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin enerjinin korunumu konusunda çeşitli kavram yanılığlarına sahip oldukları ve öğrencilerin çeşitli enerji biçimlerine sahip olan sistemleri değerlendirirken, herhangi bir enerji biçiminde meydana gelecek değerimin diğer enerji biçimlerinde nasıl bir değerime neden olacağı

konusunda çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlama problemlerini yansıtan bazı bulgular şu şekildedir:

- Bazı öğrenciler toplam enerji değerinin korunup korunmadığına karar verebilmek için sistemin korunumlu olmasının bilinmesinin yeterli olmayacağını belirtmektedir.
- Bazı öğrenciler sistemin mekanik enerji değerinin, kinetik ve potansiyel enerji değerlerinin toplamı olduğunu belirtememektedir.
- Öğrencilerin bir kısmı, korunumlu bir sistemde basit sarkaç hareketi yapan kütlelerin toplam enerjisinin değişebileceğini düşünmektedirler.

Küçük, Çepni ve Gökdere (2005), ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin, iş, güç ve enerji konularında sahip oldukları kavram yanlışlarını araştırmıştır. Çalışma, Trabzon şehir merkezinde yer alan bir okulda öğrenim görmekte olan 6 öğrenci ile mülakat yöntemiyle yürütülmüştür. Örnek olay yönteminin kullanıldığı çalışmanın sonucunda, öğrencilerin literatürde sık rastlanan kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Bunlar arasında, "enerji tüketilerek iş yapılır" kavram yanlışlığı bütün öğrencilerde görülmüştür. Çalışmada belirlenen diğer kavram yanlışları ise; "Enerji, maddenin bir çeşididir", "Enerji, kuvvettir", "Enerji, bir güçtür", "Enerji, depolanamaz", "Enerji akıcı formda ve uçucu bir yapıdadır", "Güç bir çeşit enerji kaynağıdır" şeklindedir.

Aydın ve Balım (2005) çalışmalarında, disiplinler arası özelliği bulunan enerji kavramının yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak öğretiminin, 7. sınıf öğrencilerinin bilişsel ve duyuşsal düzeyleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmaya 68 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Deney grubunda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim uygulanırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim uygulanmıştır. Araştırmada, deney grubunda "İş, Güç, Enerji ve Basit Makineler" konuları ile ilgili 23 deney, 2 anlam çözümleme tablosu, 1 kavram haritası, (biri iş, iş-enerji ilişkisi, enerji dönüşümleri ve basit makineler ile ilgili, diğeri ise besinler, fotosentez ve solunumla ilgili olmak üzere) 2 video gösterimi ve çok sayıda çalışma yaprakları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, ilköğretim 7. sınıf düzeyinde "İş, Güç, Enerji ve Basit Makineler" konularının öğretiminde yapılandırmacı yaklaşımı temel alan (Fizik, Kimya ve Biyoloji ile ilişkili) disiplinler arası öğretimin öğrencilerin başarılarında ve fen dersine yönelik olumlu tutumlar geliştirmelerinde geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu sonucuna

ulaşmıştır. Bunun yanı sıra enerji kavramının Fizik, Kimya ve Biyoloji ile bütünleşmiş bir şekilde verilmesinin enerji ve enerjiyle ilişkili diğer kavramların öğrenilmesine yardımcı olduğu görülmüştür.

Özcan (2006) çalışmasında, ilköğretim 8. sınıf ve üniversite öğrencileri tarafından enerji konusunun farklı disiplinler (fizik, kimya, biyoloji) açısından nasıl anlamlandırıldığını belirlemeyi amaçlamıştır. Gerek ilköğretim gerekse üniversite düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin, enerji kavramını hangi fen alanı ile ilişkilendirdiklerinin ve farklı fen alanlarındaki enerji konularında bu öğrenci gruplarının kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi ve öğrencilerin öğrenme güçlüğü çektikleri noktaların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için Balıkesir'de öğrenim gören 301 üniversite öğrencisi ile 267 sekizinci sınıf öğrencisinin görüşlerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmada veri toplama aracı olarak, iki ayrı kavramsal anlama testi kullanılmıştır ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlamlandırmaları değerlendirilmiş ve sonuç olarak, öğrencilerin enerji kavramını en başta hareket ve elektrik kavramlarıyla ilişkilendirdikleri, ikinci olarak güç ve canlılık kavramlarıyla ilişkilendirdikleri, üçüncü olarak da güneş ve ışık kavramlarıyla ilişkilendirdikleri belirlenmiştir.

Ünal Çoban, Aktamış ve Ergin (2007), 8. sınıf öğrencileri ile yürüttükleri çalışmada, öğrencilerin enerji kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarını yarı-yapılandırılmış görüşme formu yardımıyla, nitel inceleme yaparak araştırmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 22 ilköğretim 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin ilköğretim öğrenimleri süresince farklı disiplinlerde geçen enerji kavramını zihinlerinde eksik veya alternatif kavramlarla yapılandırdıkları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları enerji türlerini daha iyi açıklayabildikleri, fakat kimyasal enerji, manyetik enerji gibi kavramları açıklamakta güçlük çektikleri anlaşılmıştır. Çalışma süresince yapılan görüşmelerden elde edilen bulguların bir kısmı şu şekildedir:

- Öğrenciler, "Sence yeryüzündeki yaşamın temeli nedir?" sorusuna genellikle "toprak, su ve hava" yanıtını vermişlerdir.
- Öğrencilere "Doğadaki her şeyin enerjisi var mıdır?" sorusu yöneltilmiş ve öğrencilerin yarısından "sadece canlı varlıkların enerjisinin olduğu", diğer yarısından da "doğada her şeyin enerjiye sahip olduğu" cevabı alınmıştır.

- "Enerjiyi gösterebilir misin?" sorusuna öğrencilerin büyük çoğunluğu gösteremeyecekleri şeklinde cevap vermişlerdir. Buradan da öğrencilerin enerjiyi soyut bir kavram olarak gördükleri ortaya çıkmaktadır.
- Öğrencilere enerji türleri sorulduğunda ise büyük çoğunluğunun kinetik ve potansiyel enerjiden bahsettikleri görülmüştür. Diğer enerji türlerinden bahseden öğrenci sayısı ise azdır.
- "Bir bardak su, ses, pil, çalan saat gibi maddelerin enerjisi var mıdır? Varsa ne tür olabilir?" sorusuna verilen yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun bir bardak suyun enerjisi olmadığını düşündükleri ortaya çıkmaktadır.

Tatar ve Oktay (2007) çalışmalarında belirledikleri kavram yanlışlarını şu şekilde özetlemişlerdir:

- Enerji yiyeceklerde ve yakıtta depolanır.
- Enerji tüketilir ya da kaybolur.
- Enerji korunumu tasarruf anlamına gelir.
- Enerji azalması, enerji korunumunun zıttıdır.
- Enerji azalması, miktarındaki azalma anlamına gelir.
- Sistemde kalırsa enerji tüketilecektir.

Kurnaz (2007) çalışmasını iki aşamada yürütmüştür. Çalışmanın örnekleminin üniversite 1. sınıf Temel Fizik I dersini alan 36 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmanın birinci aşamasında öğrencilerin enerji kavramına ait kurumsal tanımlamalarının özellikleri belirlenmiştir. İkinci aşamada ise, öğrencilerin enerji kavramına ilişkin bireysel tanımlamalarının özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla açık uçlu sorulardan oluşan bir ölçme aracı geliştirilmiş ve veriler analiz edilmiştir. Yapılan ekolojik analiz sonucunda, kurumun enerji kavramının öğretimine mekanik bilimi çerçevesinde yaklaşarak enerjinin tanımını 'iş yapabilme kapasitesidir' şeklinde verdiği ve böylelikle içeriğini anlam olarak sınırlandırdığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca kurumun bu bakış açısından hareketle kinetik-potansiyel enerji ve enerjinin korunumu temelinde konuları işlediği, ancak enerji transferi ve dönüşümü gibi konulara yer vermeyerek enerji konusunun bir bütün olarak algılanmasını sağlayacak bir yapılandırmanın bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Yuenyong ve Yuenyong (2007), ilköğretim 1. sınıftan 6. sınıfa kadar olan her sınıf düzeyinden 6 öğrenci, toplamda 36 öğrenci ile yürüttükleri çalışmada, öğrencilerin enerji konusuyla ilgili düşüncelerini araştırmışlardır. Watts (1983a) ve Stylianidou, Ormerod ve Ogborn (2002)'un kullandıkları yöntemle benzer şekilde, öğrencilere enerji ile ilgili farklı durumların ve değişik enerji çeşitlerinin yer aldığı kartlar gösterilmiş ve bu kartlar üzerinden mülakatlar yürütülmüştür. Çalışma sonucunda, öğrencilerin enerji kavramını, elektrik enerjisi, potansiyel enerji, mekanik enerji, ısı enerjisi, yakıt enerjisi ve kuvvet olmak üzere beş kategoride kavramsallaştırdıkları belirlenmiştir. 1-3. sınıf öğrencilerinin enerji kavramını mekanik ve elektrik enerjisiyle, 4-6. sınıf öğrencilerinin ise genellikle potansiyel enerji ve elektrik enerjisiyle ilişkilendirdikleri görülmüştür. Buradan hareketle, öğrencilerin enerji kavramını sadece fizikteki enerji kavramlarıyla ilişkilendirerek açıklamaya çalıştıkları sonucuna varılmaktadır. Bu durum enerji konusunun diğer disiplin alanlarıyla bağlantısının yeteri kadar kurulamadığı şeklinde yorumlanmaktadır.

Aydoğmuş (2008) yaptığı çalışmada, İş ve Enerji konusunun 5E modeline göre yapılan öğretim ile geleneksel öğretim yönteminin, lise 2. sınıf öğrencilerinin başarısı ve derse olan tutumları üzerine etkisini karşılaştırmıştır. Aydoğmuş (2008) çalışmasını, 35'i kontrol grubunda, 35'i de deney grubunda olmak üzere toplam 70 fen lisesi 2. sınıf öğrencisiyle yürütmüştür. Çalışmada deney grubunda 5E öğretim modeline göre eğitim yapılırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılmıştır. 5E modeline göre öğretim yapılan deney grubunda bilgisayar simülasyonları ve çalışma yapraklarından faydalanılmıştır. 5E öğretim modelinin uygulandığı deney grubunda, geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek başarı sağlandığı görülmüştür. Kontrol ve deney grubunun fizik dersine ait tutumları arasındaki fark araştırıldığında, iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ayrıca araştırmada, öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışları da ortaya çıkarılmıştır.

Cerit Berber (2008), kavram değiştirme metinlerinin pedagojik-analojik modellerle desteklenerek kullanılmasının, 10. sınıf öğrencilerin iş, güç, enerji konusundaki başarılarına ve fizik dersinden olan duyuşsal özelliklerine etkisini araştırmıştır. Üç deney, bir kontrol grubunun yer aldığı çalışmaya toplam 105 öğrenci katılmıştır. Araştırma sonucunda, iş-güç-enerji kavramlarının kavramsal değişim yaklaşımı ile



öğretildiği deney gruplarının, geleneksel öğretim yaklaşımının uygulandığı kontrol grubuna göre daha başarılı oldukları ortaya çıkmıştır. Ayrıca kavramsal değişim yaklaşımının, öğrencilerin fizik dersine olan ilgi ve tutumlarında olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir.

Paliç (2008) çalışmasında, ortaöğretim 9. sınıf enerji ünitesine yönelik beyin temelli öğrenme yaklaşımını esas alan web destekli öğretim materyali tasarlamış ve bu materyalin kullanılabilirliği konusunda uzman görüşüne başvurmuştur. Web destekli öğretim materyali 'İş, Güç, Enerji, Enerji Dönüşümleri ve Enerjinin Korunumu, Enerji Kaynakları' konuları göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, geliştirilmiş olan öğretim materyalinin, web destekli öğretimin temel ilkelerine uygun olduğu ve kullanılabilir bir materyal olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak çalışmada materyalin uygulamasının gerçekleştirilmediğinden, öğrencilerin enerji konusunu anlamalarına olan etkisi belirlenememiştir (Aktaran Tekbıyık, 2010).

Hırça, Çalık ve Akdeniz (2008) çalışmalarında, 8. sınıf öğrencilerinin enerji ve enerjiyle ilgili kavramları nasıl anlamlandırdıklarını incelemişlerdir. Çalışmada, kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla literatürden faydalanarak oluşturulmuş 20 soruluk çoktan seçmeli test kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin enerji ve ilişkili kavramlarla ilgili pek çok kavram yanlışısına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin hem enerji ile ilgili kavramları doğru bir şekilde kavrama ve kullanmada zorlandıkları, hem de teorik bilgilerini uygulamaya dönüştüremedikleri sonuçlarına ulaşılmıştır.

Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez (2009), 120 ikinci kademe ilköğretim öğrencisiyle yürüttükleri çalışmada, öğrencilerin enerji ve enerji ile ilgili kavramları (enerjinin kaynağı, formu ve transferi arasındaki ilişkiyi) nasıl algıladıklarını araştırmış ve kavram anlamalarını belirlemeye çalışmışlardır. Enerji kavramı, enerji çeşitleri ve enerji dönüşümleri ile ilgili olarak hazırlanmış 4 açık uçlu sorudan oluşan anket yardımıyla veriler toplanmıştır. Araştırma sonuçları; öğrencilerin farklı disiplinlerde yer alan, enerji ve enerji ile ilgili kavramları zihinlerinde eksik ve bunlara alternatif olabilecek kavramlarla yapılandırdıklarını göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin enerji dönüşümleri sırasında eğer gözlenen/algılanan nitelik varsa dönüşümü kavrayabildiği, dönüşüm doğrudan algılanmayan/gözlenmeyen bir boyutta ise kavramakta güçlük çektikleri

ortaya çıkmıştır (Aktaran Tekbıyık, 2010). Belirlenen diğer kavram yanılgıları ise şu şekildedir;

- Öğrenciler enerji kavramını, ışık, elektrik, güneş ve hayatı kolaylaştıran şeyler olarak tanımlamışlardır.
- Öğrenciler enerji kavramının bütün enerji çeşitlerini kapsadığını söylemişlerdir. Ama güneş enerjisini diğerlerinden ayrı tutmuşlardır.
- Öğrenciler, enerji kaynağı ile enerji formu kavramlarını birbirinden ayırmakta zorlanmışlardır.

Sağlam Arslan ve Kurnaz (2009), 56 fizik öğretmen adayı ile yürüttükleri çalışmalarında, öğretmen adaylarına, enerji, güç ve kuvvet konularıyla ilgili beş ayrı kategoriye ayrılmış toplam 15 açık uçlu sorudan oluşan başarı testi uygulamışlardır. Bu çalışmalarında, öğretmen adaylarının enerji, güç ve kuvvet konularındaki anlama seviyelerini ölçmeyi amaçlamışlardır. Sorular, iş-güç-enerji kavramlarının özellikleri gözetilerek; kavramsal anlamı, fiziksel nicelik, birimi, aralarındaki ilişki, cismin taşıdığı özellik şeklinde sınıflandırılmıştır. Çalışma sonunda öğretmen adaylarının iş-güç-enerji konularındaki tanımlamalarının bilimsellikten uzak olduğu, öğretmen adaylarının konuyla ilişkili pek çok kavram yanılgısına sahip oldukları ve kavramların günlük hayattaki kullanımlarının onları etkilediği belirlenmiştir.

Sağlam Arslan (2009) çalışmasında, farklı öğrenim düzeyindeki (ortaöğretim, lisans ve lisansüstü) öğrencilerin enerji kavramıyla ilgili anlamalarını öğrenim düzeylerine göre karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Çalışmada öğrencilerin enerji kavramını tanımlamaları ve grafiksel olarak gösterimleri incelenmiş ve bunların öğrenim düzeyleriyle ilişkisi araştırılmıştır. 243 öğrencinin katılımıyla yürütülen çalışmada iki kısımdan oluşan başarı testi uygulanmıştır. Testin ilk kısmında öğrencilerden "Enerji nedir?" sorusunun cevabını açıklamaları istenmiştir. İkinci kısmında ise, öğrencilerden "sürtünmesiz ortamda yukarıya doğru atılan m kütleli bir cismin en üst noktaya ulaşmasına kadar olan süreçteki, potansiyel enerji-yükseklik, kinetik enerji-yükseklik, toplam enerji-yükseklik, kinetik enerji-hız, potansiyel enerji-hız ve toplam enerji-hız" grafiklerini çizmeleri istenmiştir. Çalışmanın sonunda, farklı öğrenim düzeylerinde yapılan öğretimin, öğrencilerin enerji kavramını bağımsız olarak tanımlamalarını sağlayamadığı ve benzer öğrenmelere sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Ortaöğretim,

lisans ve lisansüstü öğrencilerinin enerji kavramını benzer yollarla tanımladıkları ve benzer alternatif düşüncelere sahip oldukları belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerin grafiklerdeki doğru ve hatalı çizimlerinde de benzerlikler olduğu görülmüştür. Araştırmada öğrencilerin enerji kavramıyla ilgili sahip oldukları alternatif düşünceler de belirlenmiştir.

Seçer (2008) araştırmasında, ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket konularında sahip oldukları alternatif kavramları belirlemiş ve öğrencilerin kavramsal gelişimlerini incelemiştir. Bunun için 64 öğrenciye kavramsal anlama testi uygulanmış ve kuvvet ve hareket konusu ile ilgili sahip oldukları alternatif kavramlar belirlenmiştir. Daha sonra içlerinden 8 öğrenciyi seçerek, yarı yapılandırılmış görüşmelerle kavramsal gelişimlerini araştırmıştır. Elde edilen verilerin analizi nitel veri analiz yöntemlerinden içerik analizi ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin literatürde var olan birçok kavram yanlışlığına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin sahip oldukları bazı kavram yanlışlıkları şunlardır:

- Öğrenciler enerjiyi yaşayan ve hareket eden şeylerle ilişkilendirmektedirler. Hareket etmeyen cisimlerin hiçbir enerjiye sahip olmadıklarını düşünmektedirler.
- Öğrenciler kuvvet kavramı ile enerji, güç gibi diğer fiziksel terimler arasında ayırım yapamamaktadırlar.

Öğretim boyunca izlenen öğrencilerin bir kısmının kuvvet, sürat, dengelenmiş-dengelenmemiş kuvvetler ve yerçekimi kavramlarına ilişkin bilimsel kavrama düzeyine ulaştıkları görülürken, bir kısmında ise tam olarak gelişme sağlanamamıştır. Bunun sebebi; bu kavram yanlışlıklarının birçoğunun programda göz önünde bulundurulmaması ve programda yer alan kavram yanlışlıklarına ise yeteri kadar vurgu yapılmaması şeklinde açıklanmıştır.

Topalsan (2015) çalışmasında, ilköğretim yedinci sınıf öğretim programında yer alan 'Kuvvet ve Hareket' konusuyla ilgili kuvvet, sürtünme kuvveti, iş, enerjinin korunumu, mekanik enerji, kinetik ve potansiyel enerji, yaylarda depolanan enerji gibi kavramlara ilişkin öğrencilerde bulunan kavram yanlışlıklarını ortaya çıkarmış, bulunan kavram yanlışlıklarını ontolojik açıdan değerlendirip, kategorileştirdikten sonra, oluşturulan argüman ortamları ve geleneksel olarak uygulanan öğretim süreci ile kavram

yanılgılarını gidermeyi amaçlamıştır. Araştırmanın deseni ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desendir. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde yer alan sorulara verilen cevaplar için ontolojik kategoriler derinlemesine analiz edilmiştir. Çalışmada uygulanan deneysel desende, bağımlı değişkenler akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve kavram öğrenme, bağımsız değişken ise öğrenme-öğretme yaklaşımıdır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında İstanbul İlinde bir Vakıf Üniversitesinin 2. sınıfında öğrenim görmekte olan, toplam 70 (60 kız, 10 erkek) sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Kontrol ve deney gruplarında 35'er öğretmen adayı yer almaktadır. Veri toplama araçları olarak; öğrencilerin akademik başarısını ölçmek amacı ile Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi, kavramsal öğrenmelerini incelemek amacı ile Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi, bilimsel süreç becerilerini ölçmek amacıyla Bilimsel Süreç Becerileri Testi kullanılmıştır. Uygulamanın ardından, deney grubu ile kontrol grubu arasında, bilimsel süreç becerilerinden; değişkenleri tanımlama, işlemsel açıklamalar yapma, araştırma tasarlama ile grafiği ve verileri yorumlama boyutlarında deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğretimin argüman ortamları oluşturularak yürütüldüğü deney grubunda, üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 301 kavram yanılgısının 252'sinin, yani %83,72'sinin giderildiği ortaya çıkmıştır. Deney grubunda yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 150 kavram yanılgısının ise 128'inin yani %85,33'ünün yapılan öğretim sonucunda giderilebildiği ortaya çıkmıştır. Bu durum, öğretim süreci boyunca kullanılan argüman çalışmalarının olumlu etkilerini ortaya çıkarmıştır. Kontrol grubunda ise, üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 318 kavram yanılgısının 122'si, yani %38,36'sı, yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 131 kavram yanılgısının ise 59'u yani %45,03'ünün giderilmesi başarılmıştır. Bu durum, eğitim öğretim süreci içerisinde yapılan geleneksel çalışmaların ve argüman çalışmalarının, yanal ontolojik kategoriye yerleştirilmiş kavram yanılgılarını gidermede, üst kategoriye yerleştirilmiş yanılgılara göre daha başarılı olduğunu göstermektedir. Bunun yanında, geleneksel olarak yapılan çalışmaların öğrencilerde yeni kavram yanılgıları ortaya çıkardığı sonucuna da ulaşılmaktadır, kontrol grubunda öğretim sonunda öğrencilerde oluşan 31 yeni kavram yanılgısı saptanmıştır.

### 2.5.8.3. İş Konusu İle İlgili Kavram Yanılgıları

Küçük, Çepni ve Gökdere (2005), Trabzon şehir merkezindeki bir okulda 7. sınıfta öğrenim görmekte olan altı öğrenci ile yürüttükleri çalışmalarında, öğrencilerin iş, güç ve enerji konularında sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemişlerdir. Örnek olay ve görüşme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada, öğrencilerin konu ile ilgili birçok kavram yanılgısına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin iş, güç, enerji gibi kavramları günlük hayatta kullandıkları şekliyle ifade ettikleri ve bilimsel olarak açıklayamadıkları belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin iş ve enerji arasındaki ilişkiyi, "İş yapılır çünkü enerji harcanır.", "İş yaptığımız zaman enerji harcarız.", "Yük kaldırdığımız zaman enerji kazanırız." şeklindeki cümlelerle açıkladıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili sahip oldukları diğer kavram yanılgıları ise şunlardır:

- Enerji maddenin bir çeşididir.
- Enerji kuvvettir.
- Enerji bir güçtür.
- Enerji depolanamaz.
- Enerji akıcı formda ve uçucu bir yapıdadır.
- Güç bir çeşit enerji kaynağıdır.

Pastırmacı (2011), çalışmasında ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin iş ve enerji konularındaki alternatif kavramlarını belirlemeyi ve öğrencilerin kavramsal gelişimini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma Balıkesir il merkezinde bulunan üç ilköğretim okulunda, 96 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kavramsal anlama testinin ve kamera kayıtlarının değerlendirilmesinin ardından, öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramlar belirlenmiştir. Pastırmacı (2011)'nin yaptığı çalışma sonucunda, iş kavramı ile ilgili belirlenen kavram yanılgıları şunlardır:

- İş yapılabilmesi için, kuvvet, güç ve enerji harcanmalıdır.
- Yer değiştirmenin gerçekleşmediği durumlarda da iş yapılabilir.
- İş kavramı, günlük hayatta yapılan tüm aktiviteler olarak açıklanmıştır.
- Kuvvet kavramı ile iş kavramı ilişkilendirilmektedir. Öğrenciler bir cismin üzerine kuvvet uygulanan her durumda cisme enerji kazandırdığı düşüncesine sahiptirler.

- Enerji için canlılık gerekir.
- Enerji için hareket gerekir.
- Enerji aktarılabilir.
- Enerji olması için iş yapılması gerekir.

Akbulut, Şahin ve Çepni (2013) yaptıkları çalışmada, 7. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesi içerisinde yer alan iş ve enerji kavramları ile ilgili yerleşik öğrenme modeline göre etkinlikler geliştirmişler ve yapılan etkinlikler sonrasında öğrencilerde meydana gelen kavramsal değişimi ve kalıcılığını incelemiştir. Çalışma 7. sınıfta öğrenim gören 23 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Veritoplama aracı olarak 7 adet iki aşamalı sorudan oluşan kavram testi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucu, ikili yerleşik öğrenme modelinin öğrencilerin kavramsal değişimini ve kalıcılığı sağlamada etkili olduğunu göstermiştir. Bunun yanında, öğrencilerin iş ve enerji konularıyla ilgili alternatif kavramlara sahip oldukları ve bu alternatif kavramların bazılarının yapılan öğretim sonucunda tam olarak giderilemediği görülmüştür. Akbulut, Şahin ve Çepni (2013)'nin çalışmasında belirlenen kavram yanılgıları şu şekilde belirtilmiştir:

- Enerji harcanan her faaliyet iştir.
- Kutu itilerek hareket ettirilemese de, enerji harcandığı için iş yapılmıştır.
- Kutu itilerek kuvvet uygulandığında, kutu hareket etmese bile iş yapılmış olur.
- Kutu çekilip hareket ettirildiğinde, enerji harcandığı için iş yapılmış olur.
- İş yapabilmek için kişinin enerji harcaması gerekir. Raftan bir kitap düştüğünde, kişi enerji harcamadığı için iş yapılmış sayılmaz.
- Duvara çivi çakarken, enerji harcandığı için iş yapılmıştır.
- Kutuyu itip hareket ettirdiğimizde enerji harcayıp yorulduğumuz için iş yapmış oluruz.

Görecek Baybars (2018) çalışmasında, fen bilgisi öğretmenlerinin iş konusunda sahip oldukları alternatif kavramları tespit etmeye ve bu alternatif kavramların kaynağını belirlemeye çalışmıştır. Çalışmayı, 2017-2018 eğitim öğretim yılında Türkiye'nin batı bölgesindeki bir ilde çalışmakta olan 35 fen bilgisi öğretmeni ile gerçekleştirmiştir.

Çalışmanın sonucunda, fen bilgisi öğretmenlerinin iş konusu ile ilgili büyük oranda alternatif kavramlara sahip oldukları ve bilgi eksikliklerinin bulunduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmanın bir diğer amacı da, öğretmenlerin sahip oldukları alternatif kavramların kökenlerinin belirlenmesidir. Bu amaçla öğretmenlerden, sorunun çözümü sırasında kullandıkları bilgiyi nereden elde ettiklerini ifade etmeleri istenmiştir. Öğretmenler verdikleri cevapların ve alternatif kavramlarının kökeni olarak lisans düzeyinde yer alan fizik derslerini ve lisede yer alan fizik derslerini işaret etmişlerdir.



**Tablo 2.1. Kuvvet ve Hareket Konusunda Sahip Olunan Kavram Yanılgıları İle İlgili Yapılan Araştırmaların Kronolojik Sıralaması**

Kavram Yanılgıları	Çalışmalar
1. Cisimler hareketleri sırasında yan yana geldikleri anda hızları eşittir.	Viennot, 1979
2. Aynı yükseklikten bırakılan ağır cisimler hafif cisimlere göre daha önce yere düşer.	Champagne vd, 1980
3. Daha ağır cisimler daha hızlı yere çarpar.	Watts vd., 1981
4. Eylemsizlik kuvveti, uygulanan kuvvetle aynı yönde oluşur.	Clement, 1982
5. Sadece canlılar kuvvet uygular, cansız olanlar kuvvet uygulamaz.	Gilbert ve Watts, 1983
6. Kuvvet, sadece cisme dokunulmasıyla oluşur.	diSessa, 1983
7. Kuvvetler cisimler arasındaki ilişkiyi açıklamaktan ziyade cisimlerin bir özelliğidir.	Watts, 1983b
8. Hareket eden veya duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler.	McCloskey, 1983
9. Masada duran cisme sadece ağırlığı etki eder.	Halloun vd., 1985a
	Osborne, 1985
	Solomon, 1985
	Fishbein vd., 1988
	AAAS Project 2061, 1990
	Boyes vd., 1990
	Kruger, 1990
	Finegold ve Garsky, 1991
	Hapkiewicz, 1992
	Twigger vd., 1994
	Trumper vd., 1996
	Viennot, 1997
	Trumper, 1998
	Project Galileo, 1998
	Hapkiewicz, 1999
	Reiner, Slotta vd., 2000
	Minstrell, 2001
	Ioannides vd., 2001
	Kuru ve Güneş, 2005
	Olenick, 2005
	Küçük vd., 2005
	Soner, 2006
	Yıldız vd., 2006
	Palut, 2006
	Güneş, 2007a
	Haçer, 2007
	Ünal Çoban vd., 2007
	Özcan vd., 2007
	Zeybek (2007)
	Yıldız, 2008
	Genç, 2008
	Nuhoglu, 2008
	Aydoğmuş, 2008
	Hırça vd., 2008
	Türker, 2009
	Sağlam Arslan vd., 2009
	Güneş, 2011
	Turgut vd., 2011
	Pastırmacı, 2011
	Demir vd., 2012
	Avcı vd., 2012



Kavram Yanılırları	Çalışmalar
10. Cismin hareket edebilmesi için, her zaman cisme hareket yönünde bir kuvvet etkilemelidir.	Viennot, 1979 Champagne vd, 1980 Watts vd., 1981 Clement, 1982 Gilbert ve Watts, 1983 diSessa, 1983 Watts, 1983b McCloskey, 1983 Halloun vd., 1985a Osborne, 1985 Solomon, 1985 Fishbein vd., 1988 AAAS Project 2061, 1990 Boyes vd., 1990 Kruger, 1990 Finegold ve Garsky, 1991 Hapkiewicz, 1992 Twigger vd., 1994 Trumper vd., 1996 Viennot, 1997 Trumper, 1998 Project Galileo, 1998 Hapkiewicz, 1999 Reiner, Slotta vd., 2000 Minstrell, 2001 Ioannides vd., 2001 Kuru ve Güneş, 2005 Olenick, 2005 Küçük vd., 2005 Soner, 2006 Yıldız vd., 2006 Palut, 2006 Güneş, 2007a Haçer, 2007 Ünal Çoban vd., 2007 Özcan vd., 2007 Zeybek (2007) Yıldız, 2008 Genç, 2008 Nuhoğlu, 2008 Aydoğmuş, 2008 Hırça vd., 2008 Türker, 2009 Sağlam Arslan vd., 2009 Güneş, 2011 Turgut vd., 2011 Pastrımacı, 2011 Demir vd., 2012 Avcı vd., 2012
11. Kuvvet varsa, hareket de vardır.	✓
12. Kuvvet yoksa, hareket de yoktur.	✓
13. Net kuvvet sıfırda hareket durur.	
14. Eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez.	✓
15. Bir cisme uygulanan kuvvet ile cismin hızı doğru orantılıdır.	✓
16. Bir cismin sabit hızda gidebilmesi için sabit kuvvet gereklidir.	✓
17. Bir cismin hızlanmasının sebebi, onun hareketini sağlayan kuvvetin artmasıdır.	
18. Yerçekimi kuvveti cisimlere sadece düşerken etki eder.	✓
19. Cisim düşerken yerçekimi kuvveti artar.	✓

Kavram Yanılırları	Çalışmalar
	Viennot, 1979
	Champagne vd, 1980
	Watts vd., 1981
	Clement, 1982
	Gilbert ve Watts, 1983
	diSessa, 1983
	Watts, 1983b
	McCloskey, 1983
	Halloun vd., 1985a
	Osborne, 1985
	Solomon, 1985
	Fishbein vd., 1988
	AAAS Project 2061, 1990
	Boyes vd., 1990
	Kruger, 1990
	Finegold ve Garsky, 1991
	Hapkiewicz, 1992
	Twigger vd., 1994
	Trumper vd., 1996
	Viennot, 1997
	Trumper, 1998
	Project Galileo, 1998
	Hapkiewicz, 1999
	Reiner, Slotta vd., 2000
	Minstrell, 2001
	Ioannides vd., 2001
	Kuru ve Güneş, 2005
	Olenick, 2005
	Küçük vd., 2005
	Soner, 2006
	Yıldız vd., 2006
	Palut, 2006
	Güneş, 2007a
	Hançer, 2007
	Ünal Çoban vd., 2007
	Özcan vd., 2007
	Zeybek (2007)
	Yıldız, 2008
	Genç, 2008
	Nuhoğlu, 2008
	Aydoğmuş, 2008
	Hırça vd., 2008
	Türker, 2009
	Sağlam Arslan vd., 2009
	Güneş, 2011
	Turgut vd., 2011
	Pastırmacı, 2011
	Demir vd., 2012
	Avcı vd., 2012
20. Bir cismin yavaşlamasının sebebi, onun hareketini sağlayan kuvvetin azalmasıdır.	✓
21. Bir cismin yavaşlamasının sebebi, cismin hareketine karşı koyan kuvvetin artmasıdır.	✓
22. Hareket net kuvvetin yönünde olur.	✓
23. İtici bir kuvvet cismin parçası haline gelir.	✓
24. Hareket eden cismin içinde onun hareketinin devam etmesini sağlayan bir kuvvet vardır.	✓
25. Kuvvet kullanılıp tükenebilir.	✓
26. Hareket eden bir cisim, kuvvet kullanılıp bittiği zaman durur.	✓
27. Etkileşen iki cisim arasında, kütlesi büyük olan diğerine daha büyük kuvvet uygular.	✓
28. Etkileşen iki cisim arasında daha hızlı olan daha büyük kuvvet uygular.	✓

Kavram Yanılırları	Çalışmalar
	Viennot, 1979
	Champagne vd, 1980
	Watts vd., 1981
	Clement, 1982
	Gilbert ve Watts, 1983
	diSessa, 1983
	Watts, 1983b
	McCloskey, 1983
	Halloun vd., 1985a
	Osborne, 1985
	Solomon, 1985
	Fishbein vd., 1988
	AAAS Project 2061, 1990
	Boyes vd., 1990
	Kruger, 1990
	Finegold ve Garsky, 1991
	Hapkiewicz, 1992
	Twigger vd., 1994
	Trumper vd., 1996
	Viennot, 1997
	Trumper, 1998
	Project Galileo, 1998
	Hapkiewicz, 1999
	Reiner, Slotta vd., 2000
	Minstrell, 2001
	Ioannides vd., 2001
	Kuru ve Güneş, 2005
	Olenick, 2005
	Küçük vd., 2005
	Soner, 2006
	Yıldız vd., 2006
	Palut, 2006
	Güneş, 2007a
	Hançer, 2007
	Ünal Çoban vd., 2007
	Özcan vd., 2007
	Zeybek (2007)
	Yıldız, 2008
	Genç, 2008
	Nuhoglu, 2008
	Aydoğmuş, 2008
	Hırça vd., 2008
	Türker, 2009
	Sağlam Arslan vd., 2009
	Güneş, 2011
	Turgut vd., 2011
	Pastırmacı, 2011
	Demir vd., 2012
	Avcı vd., 2012
29. Etkileşen cisimler arasında oluşan etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.	
30. Etkileşen cisimler arasında yalnızca tepki kuvveti vardır.	
31. Etki ve tepki kuvvetleri birbirinin etkisini yok eder.	
32. Yatay zemin üzerinde bulunan cismin ağırlığı, zeminin tepki kuvvetinden büyüktür.	
33. Enerji harcanan her faaliyet iştir.	
34. Bir cisme kuvvet uygulandığında, hareket ettirilemese bile, enerji harcadığı için iş yapılmıştır.	
35. Bir cisim itip hareket ettirildiğinde, enerji harcadığı için iş yapılmıştır.	
36. Bir cisme kuvvet uygulanarak cisim hareket ettiriliyorsa iş yapılmıştır.	
37. Bir cisme bir kuvvet etkiyorsa iş yapılır.	

Kavram Yanılırları	Çalışmalar
	Viennot, 1979
	Champagne vd, 1980
	Watts vd., 1981
	Clement, 1982
	Gilbert ve Watts, 1983
	diSessa, 1983
	Watts, 1983b
	McCloskey, 1983
	Halloun vd., 1985a
	Osborne, 1985
	Solomon, 1985
	Fishbein vd., 1988
	AAAS Project 2061, 1990
	Boyes vd., 1990
	Kruger, 1990
	Finegold ve Garsky, 1991
	Hapkiewicz, 1992
	Twigger vd., 1994
	Trumper vd., 1996
	Viennot, 1997
	Trumper, 1998
	Project Galileo, 1998
	Hapkiewicz, 1999
	Reiner, Slotta vd., 2000
	Minstrell, 2001
	Ioannides vd., 2001
	Kuru ve Güneş, 2005
	Olenick, 2005
	Küçük vd., 2005
	Soner, 2006
	Yıldız vd., 2006
	Palut, 2006
	Güneş, 2007a
	Hançer, 2007
	Ünal Çoban vd., 2007
	Özcan vd., 2007
	Zeybek (2007)
	Yıldız, 2008
	Genç, 2008
	Nuhoğlu, 2008
	Aydoğmuş, 2008
	Hırça vd., 2008
	Türker, 2009
	Sağlam Arslan vd., 2009
	Güneş, 2011
	Turgut vd., 2011
	Pastırmacı, 2011
	Demir vd., 2012
	Avcı vd., 2012
38. İş yapılabilmesi için kişinin enerji harcaması gerekir, örneğin bir kitap raftan düştüğünde iş yapılmamıştır.	
39. Cismin hareketine dik yönde kuvvet uygulandığında iş yapılır.	
40. Üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme yapan bir cisim iş yapmıştır.	
41. Harcanan enerji fazla ise yapılan iş de fazladır.	
42. Kuvvet ve hareketin doğrultuları dikkate alınmaksızın daha çok kuvvet uygulayan daha çok iş yapmıştır.	
43. Kuvvet ve hareketin doğrultuları dikkate alınmaksızın, daha çok yol alan daha çok iş yapmıştır.	
44. Sadece canlı varlıkların enerjisi vardır.	✓
45. Yalnızca hareket eden cisimler enerjiye sahiptir.	✓
46. İki cismin hızları eşitse enerjileri de eşittir.	

Kavram Yanılgıları	Çalışmalar
	Viennot, 1979
	Champagne vd, 1980
	Watts vd., 1981
	Clement, 1982
	Gilbert ve Watts, 1983
	diSessa, 1983
	Watts, 1983b
	McCloskey, 1983
	Halloun vd., 1985a
	Osborne, 1985
	Solomon, 1985
	Fishbein vd., 1988
	AAAS Project 2061, 1990
	Boyes vd., 1990
	Kruger, 1990
	Finegold ve Garsky, 1991
	Hapkiewicz, 1992
	Twigger vd., 1994
	Trumper vd., 1996
	Viennot, 1997
	Trumper, 1998
	Project Galileo, 1998
	Hapkiewicz, 1999
	Reiner, Slotta vd., 2000
	Minstrell, 2001
	Ioannides vd., 2001
	Kuru ve Güneş, 2005
	Olenick, 2005
	Küçük vd., 2005
	Soner, 2006
	Yıldız vd., 2006
	Palut, 2006
	Güneş, 2007a
	Hançer, 2007
	Ünal Çoban vd., 2007
	Özcan vd., 2007
	Zeybek (2007)
	Yıldız, 2008
	Genç, 2008
	Nuhoğlu, 2008
	Aydoğmuş, 2008
	Hırça vd., 2008
	Türker, 2009
	Sağlam Arslan vd., 2009
	Güneş, 2011
	Turgut vd., 2011
	Pastırmacı, 2011
	Demir vd., 2012
	Avcı vd., 2012
47. Çekim potansiyel enerjisi potansiyel enerjinin tek türüdür.	
48. Enerji yoktan var edilebilir.	
49. Enerji tükenerek iş yapılır.	
50. Enerji kullanılır, azalır veya tükenir.	
51. Sürtünme kuvveti sürtünen cismin yüzey alanına bağlıdır.	
52. Pürüzsüz maddeler cisimlerle temas ettiklerinde sürtünme kuvveti etki etmez.	
53. Hareket etmeyen cisimlere sürtünme kuvveti etki etmez.	
54. Uçan cisimlere sürtünme etki etmez.	
55. Sürtünme kuvveti, daima cismin hareket yönü ile zıt yönlüdür.	
56. Sürtünme kuvvetini yüzey pürüzleri oluşturur.	
57. Sürtünme kuvveti kuvvet olarak düşünülmemektedir.	

Kavram Yanılırları	Çalışmalar
58. Sürtünme kuvveti, cismi hareket ettirmek için uygulanan net kuvvetten büyük olamaz.	Viennot, 1979 Champagne vd, 1980 Watts vd., 1981 Clement, 1982 Gilbert ve Watts, 1983 diSessa, 1983 Watts, 1983b McCloskey, 1983 Halloun vd., 1985a Osborne, 1985 Solomon, 1985 Fishbein vd., 1988 AAAS Project 2061, 1990 Boyes vd., 1990 Kruger, 1990 Finegold ve Garsky, 1991 Hapkiewicz, 1992 Twigger vd., 1994 Trumper vd., 1996 Viennot, 1997 Trumper, 1998 Project Galileo, 1998 Hapkiewicz, 1999 Reiner, Slotta vd., 2000 Minstrell, 2001 Ioannides vd., 2001 Kuru ve Güneş, 2005 Olenick, 2005 Küçük vd., 2005 Soner, 2006 Yıldız vd., 2006 Palut, 2006 Güneş, 2007a Haçer, 2007 Ünal Çoban vd., 2007 Özcan vd., 2007 Zeybek (2007) Yıldız, 2008 Genç, 2008 Nuhoğlu, 2008 Aydoğmuş, 2008 Hırça vd., 2008 Türker, 2009 Sağlam Arslan vd., 2009 Güneş, 2011 Turgut vd., 2011 Pastrımacı, 2011 Demir vd., 2012 Avcı vd., 2012
59. Gerilmiş durumdaki yayda etki kuvveti vardır, tepki kuvveti yoktur.	
60. Sıkıştırılmış yayda sadece etki kuvveti vardır, tepki kuvveti yoktur.	
61. Gerilmiş durumdaki yayda, etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.	
62. Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı miktarda enerji depolamaz.	
63. Gerilmiş yayda daha fazla enerji depolanır.	
64. Sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji depolanır.	
65. Basit makineler işten kazanç sağlar.	
66. Basit makineler kuvvetten ve yoldan aynı anda kazanç sağlar.	
67. Sabit makarada kuvvetten kazanç vardır.	

## 2.6. Ontoloji Nedir?

Ontoloji terimi Aristoteles zamanlarına kadar uzanır. Ontoloji, Yunanca kökenli bir kelime olup, anlamını *onta* (varolan) ve *logos* (öğreti, teori, bilim) kelimelerinden almaktadır. Dolayısıyla ontoloji, "varlık bilimi" anlamına gelmektedir. Ontoloji varlıklar ve varlıkların ait olduğu temel kategorilerle ilgilenir. Başka bir ifadeyle ontoloji, gerçeğin kategorik yapısına karşılık gelir. Aristoteles zamanlarından bu yana her şeyin temelde farklı kategorilere ait olduğu düşünülmüştür. Bu kategorilere ontolojik kategoriler denir (Chi & Hausmann, 2003). Bu görüşe göre, dünyadaki tüm varlıklar üç temel ontolojik kategori içinde yer alır. Bu kategoriler; "madde" (matter), "süreç" (process) ve "zihinsel durumlar" (mental states) kategorileridir (Chi, Slotta ve Leeuw, 1994; Johnston ve Southerland, 2000). Her ontolojik kategorinin alt kategorileri vardır. Ontolojik özellikler, bir varlığın dahil olduğu ontolojik kategorinin sahip olduğu özellikler dolayısıyla taşıması muhtemel özelliklerdir (Chi vd, 1994; Chi, 1997;). Başka bir ifadeyle ontolojik özellik, bir ontolojik kategoriye yerleştirilen kavramların sahip oldukları ortak özelliktir (Chi ve Slotta, 1993; Slotta ve Chi, 1999; Chi, 1997; Chi ve Hausmann, 2003).

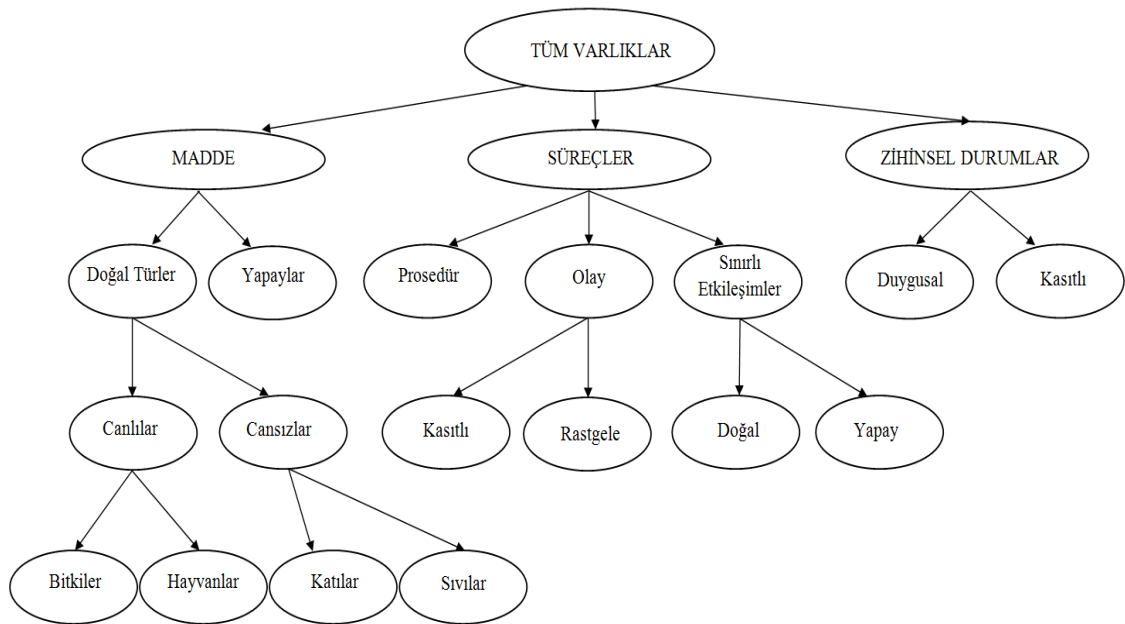
## 2.7. Bilimsel Bilginin Varlık Alanına Yönelik Yapılan Çalışmalar

Wellman ve Estes (1986) yaptıkları çalışmada, 5 yaşına kadar olan çocukların gerçek fiziksel varlıkları ve zihinsel varlıkları üç temel ölçüte göre ayırabildiklerini ortaya çıkarmışlardır. Bu temel ölçütleri, varlıkların dokunulabilirliği, görülebilirliği ve işlenebilirliğine bağlı olarak gelişen davranışsal ve duygusal kanıtlamalar olarak ifade etmişlerdir (Aktaran Çoban & Ergin, 2010).

Mariani ve Ogborn (1991), yaşları 14 ile 17 arasında değişen öğrencilerle yürüttükleri çalışmada, öğrencilere "madde, enerji, zaman, uzay, hareket, ısı, ışık, ses, kuvvet" kavramlarını nasıl gördükleri hakkında sorular yöneltmişlerdir. Bu çalışmalar sonucunda öğrencilerin, bu kavramları "dinamik-durağan, yere benzer-yerleşik, neden-sonuç, kesikli-sürekli" olmak üzere ikili boyutta ve dört ayrı kategoride sınıflandırdıkları görülmektedir (Aktaran Çoban & Ergin, 2010).

Wellman ve Gellman (1992), fiziksel varlıkları sınırlı kütleler (katı cisimler), sınırsız kütleler (kum, kar, sıvı, gaz vb.), varlıkların içi ve sağlam malzeme olarak ayırırken; fiziksel mekanik nedensellikleri de cisimlerin dinamiği (cisimlerin birbiriyle etkileşmesi) ve süreçler olarak ayırmaktadır (Aktaran Çoban & Ergin, 2010).

Chi ve Slotta (1993)'ya göre, dünyadaki tüm varlıklar üç temel ontolojik kategoriden birine aittir. Bu temel kategoriler; 'madde' (matter), 'süreçler' (processes) ve 'zihinsel durumlar' (mental states) kategorileridir. *Madde* kategorisi; 'doğal türler' ve 'yapaylar' olmak üzere 2 kategoriden, *süreçler* kategorisi; 'prosedür', 'olay' ve 'sınırlı etkileşimler' olmak üzere 3 kategoriden ve *zihinsel durumlar* kategorisi de; 'duygusal' ve 'kasıtlı' olmak üzere 2 kategoriden oluşur. Chi, Slotta ve Leeuw (1994) tarafından tasarlanan Ontolojik Kategoriler Ağacı Şekil 2.3'te görülebilmektedir.



Şekil 2.3. Chi, Slotta ve Leeuw (1994) Tarafından Tasarlanan Ontolojik Kategoriler Ağacı

## 2.8. Kavram Yanılgılarının Ontolojik Nedenleri

Chi ve Slotta (1993)'ya göre bütün kavramlar ve fikirler bir ontolojik kategoriye aittirler. Kavramlar buldukları kategorilerin içeriğiyle yorumlanır ve anlaşılır. Bir kavram bir ontolojik kategoriye atandığında, bu kavram o kategorinin özelliklerine sahip olur. Buna göre, kavram yanılgılarının, kavramların yanlış kategorize edilmesi sonucunda oluştuğu söylenebilir. Yani kavram yanılgısı, bir kavramın yanlış ontolojik



kategoriye atanması sonucunda oluşmaktadır (Chi ve Roscoe, 2002; Johnston ve Southerland, 2000).

Chi ve Slotta (1993)'ya göre, belli fen kavramlarının öğrenilmesinde yaşanan güçlüklerin temelini, kavramın ait olduğu kategoriden başka bir kategoride olduğunun düşünülmesi oluşturmaktadır. Birçok kavram yanlışlığı, kavramların doğru kategorilere tam olarak yerleştirilememesinden kaynaklanmaktadır. Ontolojiye göre eğer bir kavram bulunması gereken ontolojik kategori yerine başka bir ontolojik kategoriye yerleştirilmişse bu durum kavram yanlışlıklarının oluşmasına yol açar. Bu bağlamda kavram yanlışlıklarının ontoloji ile yakın ilişkisi bulunmaktadır. Chi ve Slotta (1993) kavramsal değişimlerin gerçekleşebilmesi için kavramların, bireyler tarafından yerleştirildikleri ontolojik kategoriden alınarak, bir başka ontolojik kategoriye yerleştirilmesi gerektiğini savunmuşlardır.

## 2.9. Öğrenme Sürecinde Kategorize Etme

Kategorize etme, bir kavramı ait olduğu düşünülen bir ontolojik kategoriye atama ve onu tanımlama sürecidir. Kavram, hangi ontolojik kategoriye atandı ise onun özelliklerini alır. Bu yüzden öğrenme sürecinde kategorize etme önemli bir yere sahiptir (Chi, 2005; Chi, 2007).

Kategorize etme işlemi, karşılaşılan yeni kavramın kategorik özelliklerinin değerlendirilmesiyle başlar. Öğrenciler yeni bir kavramla karşılaştıklarında, onu var olan diğer kavramlarla karşılaştırır, hangi kavramlarla benzer özellikler taşıdığını dikkate alarak, onu en uygun ontolojik kategoriye alırlar, yani onu kategorize ederler. Bir kavram diğer kavramlarla ilişkilendirilerek kategorize edilir ve anlam kazanır. Kavramlar içinde buldukları ontolojik kategorilerin özelliklerinden önemli ölçüde etkilenirler (Johnston ve Southerland, 2000). Öğrenci eğer yeni karşılaştığı kavramı atayabileceği bir ontolojik kategori bulamıyorsa, onu uygun olan en üst düzeydeki kategoriye atar. Örneğin, karşılaştığı bir hayvanın sürüngen olduğunu bilmiyorsa, onun diğer hayvanlarla ortak olan özelliklerini göz önünde bulundurarak, onu 'hayvanlar' kategorisine atar, hemen 'sürüngenler' kategorisine atayamaz (Chi, 2007). Yılanın 'sürüngen canlılar' kategorisine ait olduğunu bilmeyen öğrenci, onu üst kategori olan 'hayvanlar' kategorisine atar. Bu süreçte eğer öğrenciler karşılaştıkları yeni kavramları

doğru kategorize edemez, yanlış kategorilere atarlarsa, kavram yanılgıları ortaya çıkabilmektedir (Johnston ve Southerland, 2000). Örnek olarak, memeli canlıların sadece karada yaşadığını, uçabilen veya suda yaşayan memeli olabileceğini bilmeyen öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları verilebilir. Örneğin, uçabilme yeteneğinin sadece kuşlara ait bir özellik olduğunu düşünen bir öğrenci, yarasayı ‘kuşlar’ kategorisinde yanlış olarak sınıflandırabilir. Oysa ki yarasa uçabilen ‘memeli’ bir canlıdır. ‘Omurgasız’ canlıların, ‘eklem bacaklılar’ sınıfının alt sınıfı olan ‘böcekler’ kategorisinde yer alan kelebek ise, sırf uçabilme yeteneğinden dolayı ‘kuşlar’ kategorisinde yanlış sınıflandırılabilir. Suda yaşayan bütün hayvanların ‘balık’ kategorisine ait olduğunu düşünen öğrenci ise, yunus, balina, fok gibi hayvanları ‘balık’ kategorisinde yanlış sınıflandırabilir ve böylelikle kavram yanılgısına sahip olabilir. Oysa ki, yunus, balina ve fok ‘memeli’ canlılar kategorisinde yer alan canlılardır. Bir başka örnek olarak, kızılgerdanın nasıl bir canlı olduğu ile ilgili bilgi sahibi olmayan kişiler, onu ‘kuş’ kategorisine yerleştiremeyebilir, dolayısıyla onun yumurtlayarak çoğalabilen ve uçabilen bir canlı olduğunu söyleyemeyebilirler.

Öğrenciler okul sıralarına bazı kavramlarla ilgili ön bilgilerle gelirler. Bu ön bilgiler, bireylerin zihninde bulunan o kavrama ait ilk düşüncelerdir. Bu ilk düşüncelerin oluşumu sırasında eğer öğrenci yanlış kodlama yapmış ve bu kavramları yanlış kategorilendirdiyse, öğrenme sırasında karşılaşacağı diğer kavramları da anlamlandırırken bu bilgileri kullanacağından yanlış devam edecektir. Bu şekilde yanlış öğrenilen kavramların düzeltilmesi, yeni kavramların öğrenilmesinden daha güç olmaktadır. Bu sebeple kavramların doğru bir şekilde kategorize edilmesi öğretim açısından oldukça önemlidir (Chi, 2005; Chi, 2007).

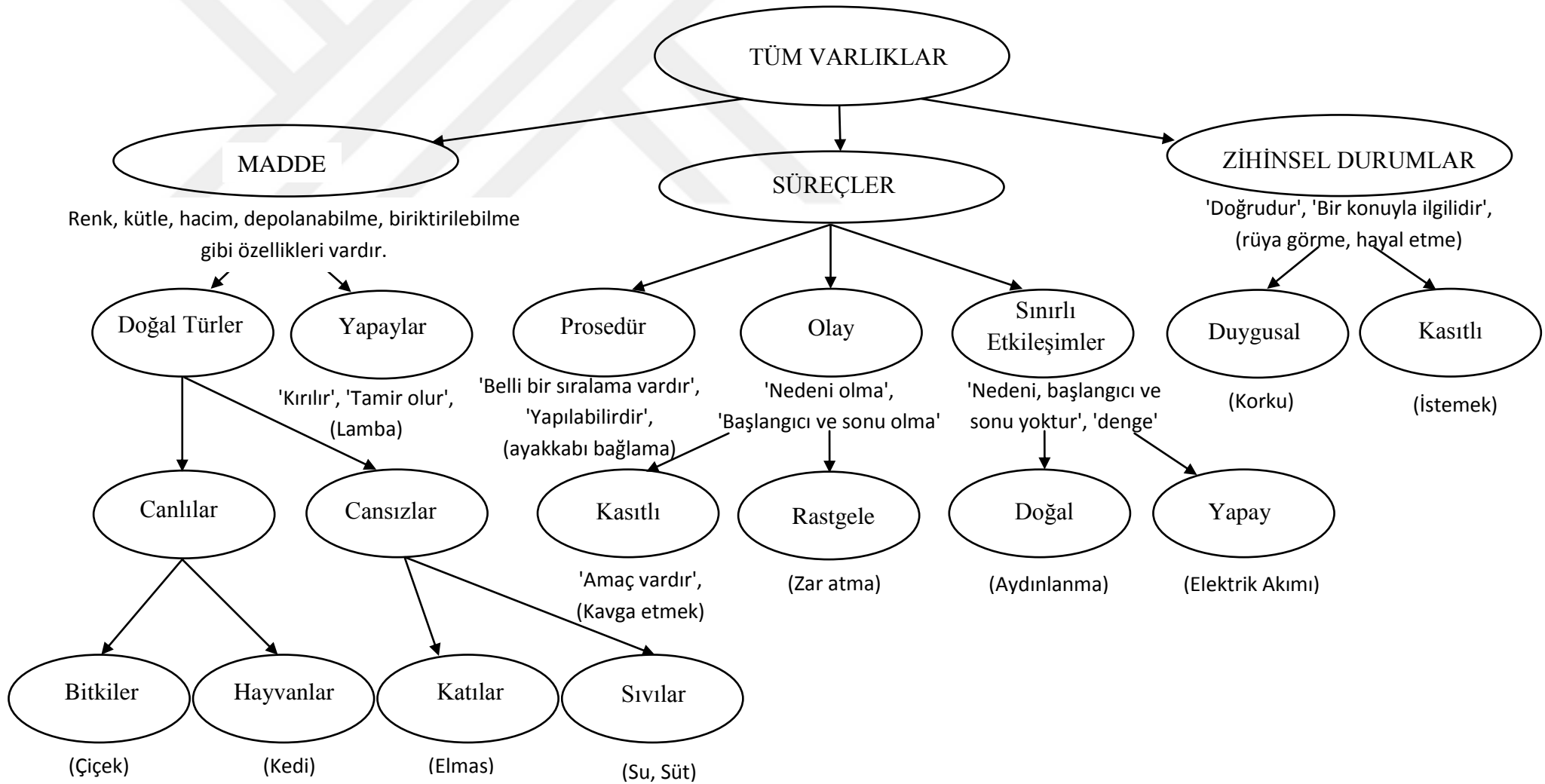
## **2.10. Ontolojik Kategoriler ve Özellikleri**

Dünyadaki tüm varlıklar üç temel ontolojik kategori içerisinde yer alırlar. Bunlar; ‘madde’, ‘süreç’ ve ‘zihinsel durumlar’ kategorileridir (Chi ve ark., 1994). Her ontolojik kategori içerisinde alt kategoriler de bulunmaktadır (Şekil 2.4). Bütün ontolojik kategoriler ve bunların alt kategorileri birbirinden farklıdır. Her kategori birbirinden farklı özelliklere sahiptir. Örneğin ‘madde’ kategorisinin alt kategorileri ile ‘süreç’ kategorisinin alt kategorileri birbirinden farklı ontolojik özelliklere sahiptir (Chi vd.,

1994). Ontolojik özellik, bir varlığın içerisinde bulunduğu ontolojik kategoriden dolayı, sahip olma potansiyelinin yüksek olduğu özelliktir (Chi vd., 1994; Chi, 1997). Yani ontolojik özellikler, ontolojik kategori içerisinde yer alan üyelerin sahip oldukları ortak özelliklerdir (Chi ve Slotta, 1993; Chi, 1997; Chi ve Hausmann, 2003). Örneğin kalem, masa, sandalye gibi kavramlar 'madde' kategorisinde yer alan kavramlardır ve madde kategorisinin özellikleri olan hacim, renk, kütle gibi ontolojik özelliklere sahiptirler. 'Süreç' kategorisinin alt kategorilerinden olan 'olay' kategorisine ait savaş kavramı ise madde kategorisinin özelliklerine sahip değildir, olay kategorisinin özellikleri olan başlangıç ve sonu olma, nedeni olma, bir zaman diliminde gerçekleşme gibi özelliklere sahiptir (Chi, 1992; Chi ve diğerleri, 1994). Farklı ontolojik kategoriler olan 'madde' ve 'olay' kategorilerinin sahip oldukları ontolojik özellikler de birbirinden farklıdır (Chi, 1992).

Bir kategori diğer bir kategorinin özelliklerini kapsamaz. Bu şekildeki kategorilere paralel kategoriler denir. Örneğin 'yapaylar' ve 'canlılar' kategorileri birbirine **paralel kategorilerdir**. 'Yapaylar' kategorisinin bir özelliği olan kırılma durumu 'canlılar' kategorisi için geçerli değildir.

Alt kategoriler birbirini aşamalı bir sıra ile takip ederler, yani **hiyerarşi** söz konusudur. Karşılaşılan yeni kavramla ilgili yeterli bilgi bulunmuyorsa bir üst kategoriye yerleştirilir. Bir kavramın üst hiyerarşik kategoriye yerleştirilmesi kavram yanlışlığının oluşmasına sebep olmaz (Chi ve Roscoe, 2002).

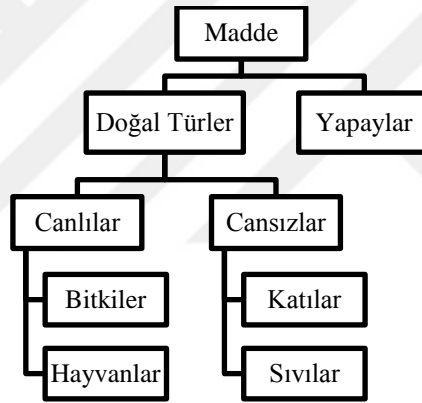


Şekil 2.4. Chi ve ark. (1994) Tarafından Tasarlanan Ontolojik Kategoriler ve Özellikleri

### 2.10.1. Madde (Matter) Kategorisi

Madde kategorisi, ontolojinin temel kategorilerindedir. Madde kategorisinde yer alan kavramların renk, kütle, hacim, depolanabilme, biriktirilebilme gibi ontolojik özellikleri bulunmaktadır. Öğrenciler bu gibi somut özelliklerle daha kolay etkileşime girebildikleri için bu kategori onların en kolay kavramsallaştırabildikleri kategoridir (Johnston ve Southerland, 2000). Kalem, kağıt, kedi, su gibi kavramlar madde kategorisinde bulunan kavramlara örneklerdir. Madde kategorisi; 'doğal türler' ('natural kind') ve 'yapaylar' ('artifacts') olmak üzere iki kategoriye ayrılır (Chi, 1997; Chi, 2013).

'Doğal türler'; '*canlılar*' ve '*cansızlar*' olmak üzere iki kategoriye ayrılır. 'Canlılar' kategorisi; '*bitkiler*' ve '*hayvanlar*' olmak üzere iki gruba ayrılırken, 'cansızlar' kategorisi de; '*katılar*' ve '*sıvılar*' olmak üzere iki gruba ayrılır.



Şekil 2.5. Madde Kategorisinin Alt Kategorileri

#### 2.10.1.1. Canlılar ve Cansızlar Kategorilerinin Karşılaştırılması

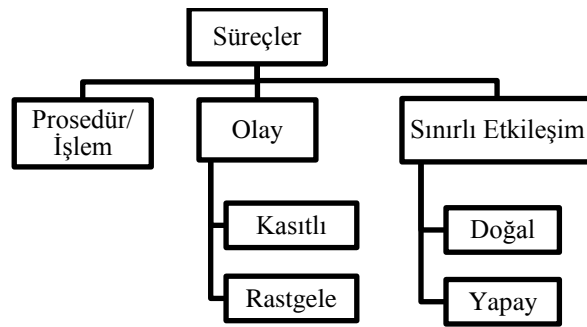
Öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip olmalarının bir sebebi de, 'canlı' ve 'cansız' kategorisinde yer alan kavramları birbirine karıştırmaları ve maddenin makroskobik boyutta sahip oldukları özelliklerin mikroskobik boyutta da geçerli olduğunu düşünmeleridir. Öğrencilerin maddeye ait makroskobik özelliklerin, taneciklerde de geçerli olduğu ile ilgili düşünceleri birçok araştırmada geniş olarak ele alınmıştır (Özalp, 2008; Sarı, 2014; Boz, 2006; Griffiths ve Preston, 1992; Kind, 2004; Kokotas ve Vlachos, 1998; Lee ve diğ., 1993; Othman ve diğ., 2007; Stepan, 2003). Örneğin, yaprak makroskobik boyutta incelendiğinde, canlı hücrelerden oluştuğu görülmektedir. Mikroskobik boyutta değerlendirildiğinde ise, bu hücrelerin cansız atomlardan oluştuğu bilinmektedir. Dolayısıyla yaprak makroskobik boyutta canlı iken, yaprağı oluşturan

atom ve moleküller cansızdır. Bazı öğrenciler yaprak canlı olduğuna göre, yaprağı oluşturan atom ve moleküllerin de canlı olması gerektiğini düşünmektedirler (Özalp, 2008; Özalp ve Kahveci, 2011; Sarı, 2014). Yani maddenin makroskobik özelliğinin, mikroskobik boyuta geçerli olduğunu düşünmektedirler. Yaprağı oluşturan atomların canlı olarak düşünülmesi, maddenin makroskobik özelliğinin, mikroskobik özelliğine atanmasından kaynaklı kavram yanılığının varlığını göstermektedir. Bu durum, 'cansızlar' kategorisinde yer alması gereken atom kavramının, 'canlılar' kategorisine yanlış yerleştirilmesinden kaynaklı kavram yanılığının oluştuğunu göstermektedir.

### 2.10.2. Süreç (Process) Kategorisi

Süreç kategorisi, ontolojinin temel kategorilerindedir. Süreç kategorisindeki kavramlar ne olduğundan çok, ne yaptığını ifade eden kavramlardır (Johnston ve Southerland, 2000). Bu kategori fiziksel özellikleri yansıtmaz. Basketbol maçı, okuma, yazma, elektrik akımı, ısı, ışık gibi kavramlar 'süreç' kategorisi içinde yer alırlar (Slotta, Chi ve Joram, 1995; Slotta ve Chi, 2006). Süreç kategorisindeki kavramların renk, kütle, hacim gibi özellikleri olmadığından madde kategorisindeki kavramlardan farklılık gösterir. Süreç kategorisindeki kavramların, belli bir zaman periyoduna yayılmış olması, zaman içinde devam etmesi gibi ontolojik özellikleri bulunmaktadır (Chi, 1992; Chi, 1993; Chi, 1997; Chi, 2013).

Süreç kategorisi; '*prosedür/işlem*' ('*procedure*'), '*olay*' ('*event*') ve '*sınırlı etkileşimler*' ('*constraint-based interactions*') olmak üzere üç alt kategoriye ayrılır.



Şekil 2.6. Süreç Kategorisinin Alt Kategorileri

### 2.10.2.1. Prosedür (İşlem) Kategorisi

Prosedür kategorisi belli bir amaç için, belli bir sıralamayla yapılan eylemlerin tamamıdır. Belli basamakların takip edildiği bu eylemler sonucunda bir ürün oluşur. Ayakkabı bağlama, yemek yapma, otomobil kullanma kavramları prosedür alt kategorisinde yer alırlar. Prosedür (işlem) kategorisinin önemli özellikleri arasında 'yapılabilir' olması ve 'belli bir sıralamanın olması' gelir.

### 2.10.2.2. Olaylar Kategorisi

'Olaylar' kategorisinde bulunan kavramların önemli özellikleri arasında bir başlangıç ve sonunun bulunması ve bir sebebinin olması yer alır. Örneğin bir basketbol karşılaşmasının bir başlangıcı ve sonu vardır (Chi vd., 1994). Olaylar kategorisi; 'kasıtlı' ve 'rastgele' olmak üzere iki alt kategoriye ayrılır. 'Olay' kategorisinde yer alan kavramların özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Alt bileşenlerine parçalanabilir.
- Alt bileşenleri belli bir sıraya göre meydana gelir.
- Başlangıcı ve sonu vardır.
- Tanımlanabilir bir nedeni vardır.
- Nedensel alt olaylar belli bir sırayla gerçekleşir.
- Hareket ya da fiil durduğu zaman olay biter (Chi vd., 1994).

Örneğin savaşlar da olaylar kategorisinde değerlendirilebilecek kavramlar arasındadır. Bir savaş, belli bir zaman aralığında gerçekleşir. O zamanın koşullarında, bir takım başka olaylar neticesinde yaşanır. Belli bir sebebi ve sonucu vardır. Olay, yaşandığı zamanın şartlarında gerçekleştiğinden, farklı bir zaman diliminde aynı sonuçlar ortaya çıkmayabilir.

Belli bir zaman periyodunda gerçekleşen "sağanak yağış" kavramı da olaylar kategorisinde değerlendirilir. Örneğin "otuz dakika süren sağanak yağış" denildiğinde bir süreçten bahsedildiği anlaşılmaktadır. Fakat "otuz dakika süren süt" denildiğinde bu tanımlama anlamsız olmaktadır (Topalsan ve Bayram, 2016). Madde kategorisine ait renk, kütle, hacim gibi özellikler olaylar kategorisinde bulunmamaktadır.

### 2.10.2.3. Sınırlı Etkileşimler Kategorisi

Öğretim açısından en önemli olan ve öğrencilerin en çok zorlandığı, kavram yanlışlarının en fazla bulunduğu kategori 'sınırlı etkileşimler' kategorisidir. Birçok bilimsel kavram sınırlı etkileşimler kategorisinde bulunmaktadır (Chi ve ark., 1994). Fizik ve biyolojide karşılaşılan ısı, ışık, elektrik akımı, doğal seçim, kuvvet, difüzyon gibi pek çok kavram sınırlı etkileşimler kategorisinde yer almaktadır (Chi, 1997). Ayrıca öğrencilerin kavram yanlışlarının en fazla bu kategoride yoğunlaştığı belirlenmiştir (Özalp, 2008).

Olay kategorisinde bulunan kavramların aksine, sınırlı etkileşimler kategorisinde bulunan kavramların bir nedeni, başlangıcı ve sonu yoktur. Sınırlı etkileşimler kategorisindeki kavramların diğer özellikleri ise; durağan olma, devamlı olma, dengede olma, eşzamanlı olma (tek düze olma, her yerde eş zamanlı olarak gerçekleşebilme) ve ilerleme kaydetmeme olarak sıralanabilir (Chi ve Slotta, 1993; Slotta ve Chi, 2006). Sınırlı etkileşimler kategorisi, 'doğal' ve 'yapay' olmak üzere iki kategoriye ayrılır.

#### 2.10.2.3.1. Madde ve Sınırlı Etkileşim Kategorilerinin Karşılaştırılması

Madde kategorisindeki kavramlar maddesel özellik taşırlar. Hacim, kütle, renk, depolanabilme, tükenme, kırılma gibi özellikler "madde" kategorisinin üyelerinin sahip olabilecekleri özellikler arasındadır (Chi ve Hausmann, 2003). Buna karşın sınırlı etkileşimler kategorisinde bulunan kavramlar maddesel özellikler taşımazlar. Sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan kavramların; başlangıcı ve sonu olmama, durağan, devamlı, dengede, eşzamanlı, nedensiz olma, ilerleme kaydetmeme gibi özellikleri vardır (Chi ve Slotta, 1993; Chi ve ark., 1994; Chi, 1997). Fen bilimlerinde kavram yanlışlarının birçoğu, sınırlı etkileşimler kategorisine yerleştirilmesi gereken kavramların madde kategorisine yerleştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin elektrik akımı, elektriksel yük taşıyan taneciklerin, yani elektronların hareketiyle oluşur. Elektrik akımı kavramı, sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alır, kütle veya hacme sahip olma gibi maddesel özellikleri bulunmaz. Ancak öğrenciler elektrik akımını sıvı gibi akabilen bir materyal gibi düşünürlerse, onu madde kategorisine yerleştirmiş olurlar. Bu sebeple sınırlı etkileşim kategorisinde yer alması gereken kavramı madde kategorisine yerleştirmekten kaynaklı kavram yanlışına sahip olurlar (Chi vd., 1994).



Öğrencilerin, sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alması gereken kavramı madde kategorisine yerleştirmelerinden kaynaklanan kavram yanlışlarına bir başka örnek olarak da ağırlık kavramı verilebilir. Ağırlık, Dünya ile cisim arasındaki sınırlı etkileşimle açıklanan, cisme etkiyen yerçekimi kuvvetidir (Reiner, Slotta, Chi ve Resnick, 2000; Ioannides ve Vosniadou, 2001). Yani ağırlık kavramı sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan bir kavramdır. Cisme etkiyen yerçekimi kuvveti, üzerinde bulunduğu gezegen ile cismin etkileşimi sonucu değişkenlik gösterebilen bir değerdir, dolayısıyla cismin maddesel özelliği olarak kabul edilmemektedir. Eğer öğrenciler ağırlığı cismin içsel bir özelliği olarak düşünür ve bu kavramı madde kategorisi içerisine yerleştirirlerse, süreç kategorisinde yer alan bir kavramı madde kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışına sahip olurlar.

Kuvvet kavramı, cisimler arasındaki sınırlı etkileşim sonucu, cismin süratini değiştirebilen, durdurabilen, harekete geçirebilen, yönünü, doğrultusunu veya şeklini değiştirebilen etki olarak açıklanmaktadır. Yani kuvvet, canlı veya cansız varlıkların maddesel özelliği değildir, bir süreçtir. Harekete neden olan itme kuvvetinin cismin bir parçası haline gelerek hareket boyunca etkimeye devam edeceğini, zamanla kullanılıp tükenebileceğini düşünen öğrenciler kuvvet kavramına maddesel özellikler yükleyerek, onu sınırlı etkileşimler kategorisi yerine madde kategorisine yanlış yerleştirmişlerdir (Chi ve Slotta, 1993). Bu yanlış yerleştirme sonucunda kavram yanlışına sahip olmuşlardır.

Sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan kavramın madde kategorisine yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanlışlarına bir diğer örnek de ısı kavramı verilebilir. Örneğin bazı öğrenciler, bir maddenin ısı kaybetmesini, ‘sıcak parçacıkların’ bir yerden başka bir yere akışı olarak açıklamaktadırlar (Slotta, Chi, Joram, 1995). Isı transferinin, günlük hayattaki kullanım dilinden de kaynaklı olarak, ısı akışı şeklinde ifade edilmesi, öğrencilerin ısının sıvı gibi akışkan özellikte olduğunu düşünmelerine yol açabilmekte ve ısı kavramını maddesel özellikte değerlendirmelerine sebep olabilmektedir. Böylelikle öğrenciler kavramı yanlış kategorize etmeden kaynaklanan kavram yanlışına sahip olabilmektedirler. Oysa ki ısı transferi, sıcaklık farkından kaynaklanan enerji aktarımı şeklinde ifade edilir. Süreç kategorisine ait olan sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan ısı kavramına maddesel özellikler yükleyerek, madde

kategorisine yerleştirmek kavram yanılgılarının ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Johnston ve Southerland, 2000).

Öğrencilerin, sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan bir kavramı madde kategorisine yerleştirmelerinden kaynaklanan kavram yanılgılarına bir diğer örnek olarak kimyasal bağ kavramı verilebilir. Kimyasal bağ terimi içinde geçen 'bağ' kelimesinden yola çıkarak, öğrenciler bu kavrama maddesel anlam yükleyebilmektedirler. Konu anlatımı sırasında sıkça kullanılan 'bağların kopması' ifadesi ise öğrencilerin, kimyasal bağları 'ip' gibi kopabilen yapıda hayal etmelerine sebep olabilir ve bu kavrama maddesel özellikler yüklemelerine neden olabilir. Bu durum, öğrencilerin süreç kategorisinde bulunan kimyasal bağ kavramını madde kategorisine atayarak yanılgıya düşmeleri ile sonuçlanabilir (Özalp, 2008). Oysa ki kimyasal bağ kavramı, atomlar arasındaki çekim kuvveti olarak ifade edilmektedir. Bu çekim kuvveti de, madde kategorisinde değil, süreç kategorisinde yer alan bir kavramdır.

#### ***2.10.2.3.2. Olay ve Sınırlı Etkileşim Kategorilerinin Karşılaştırılması***

Olay kategorisinin altı özelliği arasında; parçalanabilme, başlangıcı ve sonu olma, bir sıraya göre meydana gelme, nedeni olma, tanımlanabilir bir amacı olma ve olay ya da hareket durduğu zaman bitme gibi özellikler bulunmaktadır.

Olay ve sınırlı etkileşim kategorilerinin ontolojik özelliklerini karşılaştırmak gerekirse; birincisi, olay kategorisindeki kavramların nedeni olmasına rağmen, sınırlı etkileşimler kategorisindeki kavramların bir nedeni yoktur (Chi ve Slotta, 1993; Chi vd., 1994). İkinci farklılık, olay kategorisinin başlangıcı ve sonu varken, sınırlı etkileşim kategorisinin başlangıcı veya sonu yoktur. Üçüncü farklılık ise, olay kategorisinde zaman ve yer kavramları belli olmasına rağmen, sınırlı etkileşimler kategorisinde belirli bir zaman ve yer çifti bulunmamaktadır. Sınırlı etkileşimler kategorisinde süreç tekdüzedir, yani her yerde eş zamanlı olarak gerçekleşebilirler (Chi ve Slotta, 1993; Chi vd., 1994). Örneğin bir futbol maçı olay kategorisinde yer alır. Maçın kazanmak gibi bir amacı vardır, oynandığı yer ve zaman bellidir, başlangıcı ve sonu vardır. Oysa ki, sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan kuvvet, ısı, ışık, elektrik akımı gibi kavramların başlangıcı, sonu olma, nedeni olma gibi özellikleri bulunmamaktadır. Sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan kavramların belli bir zaman ve yer çifti bulunmaz,

süreç tekdüzedir, yani her yerde eş zamanlı olarak gerçekleşebilmektedir (Chi ve Slotta, 1993).

Olay ve sınırlı etkileşimler kategorilerinin birbirine karıştırılmasından kaynaklanan kavram yanılgısına örnek olarak doğal seçilim kavramı verilebilir. Öğrenciler genellikle doğal seçilim konusunu belli bir sebebe dayandırmaya çalışırlar, türün varlığını devam ettirebilmesi için doğal seçilimin gerçekleştiğini düşünürler. Öğrenciler, zürafanın yaşamını devam ettirebilmesi için yüksek dallardaki yapraklara ulaşması gerektiğini, bunun için de boynunun uzaması gerektiğini düşünürler. Öğrenciler genellikle bu sürecin bir sebebinin olduğunu, bir başlangıcının ve sonucunun olduğunu düşünürler. Örneğin, sürecin başlangıcında zürafa açtır ve yiyeceğe ulaşamadığı takdirde ölecektir. Bunun neticesinde zürafanın boyu uzar, yiyeceğe ulaşır ve hayatına devam eder. Oysa ki doğal seçilim süreci neden-sonuç ilişkisine dayandırılmaz, bir başlangıcı ve sonu yoktur. Uzun boylu zürafalar yiyeceğe ulaşır, yaşamını devam ettirir ve ürer. Yiyeceğe ulaşamayan kısa boylu zürafalar ise yaşamını devam ettiremez. Dolayısıyla doğal seçilim süreci bir başlangıcı ve sonu olan ve bir sebep-sonuç ilişkisi olan 'olay' kategorisinde değil, 'sınırlı etkileşimler' kategorisinde yer almaktadır (Johnston ve Southerland, 2000). Bu süreci yanlış kategorize eden öğrenciler ise kavram yanılgısına sahip olmaktadır.

#### ***2.10.2.3.3. Sınırlı Etkileşimler Kategorisine Yerleştirilen Kavramların Öğrenilmesi Neden Zordur?***

Sınırlı etkileşimler kategorisine yerleştirilen kavramların ontolojik özelliklerine bakıldığında, bu kavramların; başlangıcı ve sonu olmama, durağan, devamlı, dengede, eşzamanlı, nedensiz olma, ilerleme kaydetmeme gibi ortak özellikleri olduğu görülmektedir (Chi ve Slotta, 1993; Chi vd., 1994; Chi, 1997). Sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan kavramların, diğer süreç kategorilerine ait kavramlardan farklı özelliklere sahiptir, genellikle soyut kavramlardır, bu yüzden anlaşılması zordur. Chi (1997), sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan kavramların öğrenilmesinin neden zor olduğunu şu şekilde açıklamaktadır:

1. Öğrenciler kavramı zihinlerinde daha önceden madde, olay veya işlem kategorisine yanlış yerleştirmişlerdir (yanlış kategorizasyon).

2. Öğrencilerin kavramı yanlış kategorize ettiğinin farkında olmaması ve ontolojik geçişin gerekliliğinin bilincinde olmamaları.
3. Sınırlı etkileşimler kategorisiyle ilgili önceden oluşturulmuş şemaların mevcut olmaması (Aktaran Özalp, 2008).

### **2.10.3. Zihinsel Durumlar (Mental States) Kategorisi**

Zihinsel durumlar kategorisi ontolojinin temel kategorilerindedir. Zihinsel durumlar kategorisi duygular ve isteklerle ilgili kavramların bulunduğu kategoridir. İstek, korku gibi kavramlar bu kategoride bulunur (Chi ve ark., 1994). Zihinsel Durumlar kategorisi 'duygusal' ve 'kasıtlı' olmak üzere iki gruba ayrılır. Çevremizdeki dünyayla ilgili oluşturduğumuz algımız, duygu ve düşüncelerimiz zihinsel durumlar kategorisine dahildir. Aşk, sevgi, endişe, nefret gibi soyut kavramlar bu kategoride yer almaktadır. Ontolojinin bu kategorisinde genellikle felsefe ile ilgili kavramlar yer almaktadır.

Öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullandıkları ifadeler, o kavramla ilgili görüşlerini anlamamıza yardımcı olmaktadır. Örneğin, bir öğrenci kuvvet ile ivme arasındaki ilişkiyi açıklamak için "sabit kütle üzerine etki eden kuvvet arttıkça ivme de artmak ister" şeklinde kullandığı ifade ivme kavramını zihinsel durumlar kategorisinde değerlendirdiğini göstermektedir. Oysa ki, "sabit kütle üzerine etki eden kuvvet arttıkça ivme de artar" cümlesinde, ivme kavramı süreç kategorisinde ifade edilmiştir (Topalsan ve Bayram, 2016).

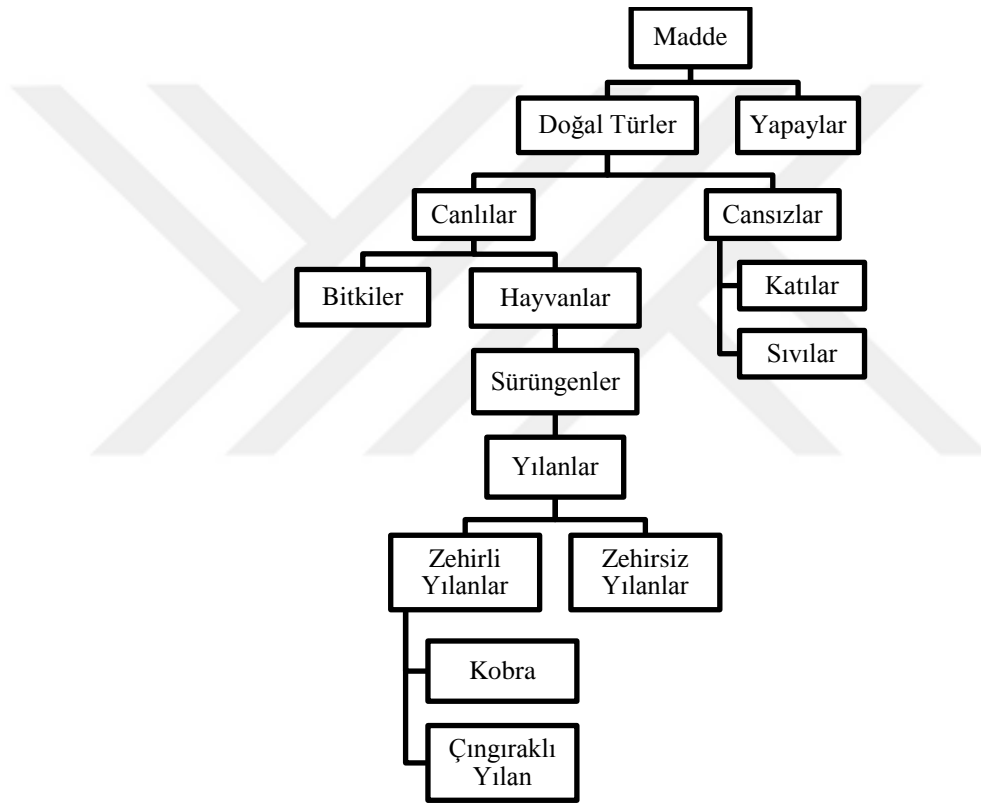
Ontolojik kategorilerle ilgili bu bilgilerden yola çıkarak, ontolojik kategorilendirmenin kavram öğrenimi açısından ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Kavramın olması gerektiği kategoriye değil de, farklı bir kategoriye yerleştirilmesiyle, o kavrama farklı özellikler yüklenmektedir. Kavramın yanlış kategoriye yerleştirilmesi, kavram yanlışlarının ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu kavram yanlışlarını düzeltmenin yolu, kavramın doğru ontolojik kategoriye yerleştirilmesinin sağlanmasıdır.

## **2.11. Hiyerarşik, Yanal ve Paralel Kategorilerin Karşılaştırılması**

### **2.11.1. Hiyerarşik Kategoriler**

Hiyerarşik kategoriler, birbirini aşamalı olarak takip eden kategorilerdir, yani aralarında hiyerarşik bir ilişki söz konusudur. Örneğin kobra kavramı, 'zehirli yılanlar'

kategorisinde yer almaktadır. Kobranın zehirli mi yoksa zehirsiz bir yılan mı olduğu hakkında yeterli bilgi bulunmuyorsa, bu kavram 'yılanlar' kategorisinde de değerlendirilebilir. Hatta hiyerarşik sıralamada üst basamaklarda yer alan 'sürüngenler', 'hayvanlar' veya 'canlılar' kategorilerinde de incelenebilir (Şekil 2.7). Karşılaşılan yeni kavramla ilgili yeterli bilgi bulunmuyorsa, bir üst kategoriye yerleştirilebilir. Kavramı aynı hiyerarşik sıralamada yer alan bir üst kategoriye yerleştirmek kavram yanılgısına yol açmaz (Chi ve Roscoe, 2002). Fakat paralel kategoriler olan 'bitkiler' veya 'cansızlar' kategorilerine yerleştirmek kavram yanılgısına yol açar.



Şekil 2.7. Canlılar Ontolojik Kategorisi ve Alt Kategorileri

### 2.11.2. Yanal Kategoriler

Kategoriler arasında hiyerarşik ilişki haricinde, yanal ilişki de vardır. Aynı kategorinin alt kategorileri şeklinde yerleşen kategoriler yanal kategorilerdir. Yukarıdaki örnekte olduğu gibi, 'zehirli yılanlar' kategorisinin alt kategorisi durumunda olan 'kobra' ve 'çingıraklı yılan' kategorileri yanal kategorilerdir. Bunlara "kardeş kategoriler" de denilebilir. Bu iki kategorinin benzer özellikler vardır. Bunlar aynı zamanda 'yılanlar', 'sürüngenler', 'hayvanlar' ve 'canlılar' kategorilerinin alt kategorileri olduğundan, her

ikisinin de üst hiyerarşik kategorileri ortaktır (Chi ve Roscoe, 2002) (Şekil 2.7). Kavramın olması gerektiği kategoriye değil de, yanal kategoriye yerleştirilmesi kavram yanılıgısına yol açar.

### **2.11.3. Paralel Kategoriler**

Farklı özelliklere sahip kategoriler birbirine paralel kategorilerdir. Örneğin 'yapaylar' ve 'canlılar' kategorileri birbirine paralel kategorilerdir. 'Yapaylar' kategorisinin bir özelliği olan kırılma durumu 'canlılar' kategorisi için geçerli değildir. Yukarıdaki örnekten yola çıkarsak, 'kobra' kategorisi ile 'bitkiler' kategorisi birbirine paralel kategorilerdir.

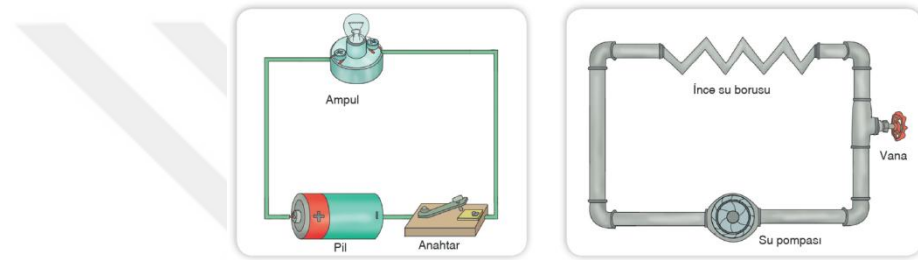
## **2.12. Fen Bilimlerinde Karşılaşılan Bazı Kavram Yanılıgılarının Ontolojik Açından İncelenmesi**

Kavramlar, içerisinde bulunduğu kategorinin özellikleriyle yorumlanır ve anlaşılır. Bir kavram bir kategoriye atandığı zaman o kategorinin tüm özelliklerini alır. Kavram yanılıgıları, kavramları yanlış ontolojik kategoriye atama sonucu oluşur (Chi, 1992; Chi, 1993; Chi ve Slotta, 1993; Ferrari ve Chi, 1998; Chi ve Roscoe, 2002). Kavram yanılıgıları, kavramın farklı bir hiyerarşik kategoriye atama sonucu değil, farklı bir yanal kategoriye atanması sonucu oluşur (Chi ve Roscoe, 2002).

Öğrenciler yeni bir kavramla karşılaştıklarında onu, mevcut ontolojik kategorilerinde değerlendirir ve uygun bir kategoriye atar. Eğer öğrencinin o kavramla karşılaştıktan sonra yaptığı ilk sınıflandırma, o kavramın gerçekte ait olduğu ontolojik kategoriden farklıysa, o zaman kavramsal değişim süreci zor olacaktır (Slotta, Chi ve Joram, 1995). Ontoloji temelinde kavramsal değişim, yanlış kategoriye yerleştirilen bir kavramın, doğru ontolojik kategoriye yerleştirilmesiyle gerçekleşir. Kavramla karşılaştığı sırada öğrencinin yaptığı ilk sınıflandırma ile hedeflenen gerçekte sınıflandırma arasındaki farklılık, bazı kavramların öğrenilmesinin neden zor olduğunu açıklamaktadır (Slotta ve ark., 1995; Slotta ve Chi, 1999).

Yapılan pek çok araştırma, öğrencilerin ısı, ışık, elektrik akımı, kuvvet, doğal seçilim gibi fen bilgisi dersi konularıyla ilgili birçok kavram yanılıgısına sahip olduklarını göstermiştir. Bunlardan biri de, elektrik akımının öğrenciler tarafından akışkan ve depolanabilir özellikte olarak algılanmasıdır. Öğrencilerin elektriği pilde depolanabilir

olarak düşünmesi, elektrik akımına depolanabilme ve bitme özelliği yüklemesine, dolayısıyla madde kategorisine atfedilmesine sebep olmuştur. Elektrik akımı kavramı genellikle akma şeklinde ifade edildiğinden, öğrenciler bu kavramı sıvılar kategorisine atayabilir ve elektrik akımını elektrik tellerinden akan akışkan bir madde olarak düşünebilir (Şekil 2.8). Süreç kategorisine atanması gereken elektrik kavramının madde kategorisine atanması kavram yanılgısının oluşmasına sebep olur (Slotta, 2011; Chi, Roscoe, 2002). Bu kavram yanılgılarının oluşmasında, öğretim sürecinde kullanılan analogilerin veya ders kitaplarında kullanılan görsellerin de etkisi olabilmektedir (Şekil 2.8).



**Şekil 2.8. Basit Elektrik Devresinin Su Tesisatı Düzenine Benzetilmesi, Elektrik Akımı Kavramının Akışkan Madde Olarak Algılanmasına Yol Açabilmektedir (Gezer, 2018)**

Öğrencilerin kavram yanılgılarının bulunduğu diğer bir konu da doğal seçilimdir. Öğrenciler genellikle doğal seleksiyon konusunu belli bir sebebe dayandırmaya çalışırlar, türün varlığını devam ettirebilmesi için doğal seleksiyonun gerçekleştiğini düşünürler. Öğrenciler, zürafanın yaşamını devam ettirebilmesi için yüksek dallardaki yapraklara ulaşması gerektiğini, bunun için de boynunun uzaması gerektiğini düşünür. Öğrenciler genellikle bu sürecin bir başlangıcının olduğunu (zürafa açtır), bir sebebi olduğunu (eğer zürafa yiyeceğe ulaşamazsa ölecektir) ve bir sonucunun olduğunu (zürafanın boynu uzar) düşünmektedirler. Halbuki gerçekte canlıdaki değişim rastgeledir. Uzun boylu olan zürafalar yiyeceğe ulaşır, yaşamını devam ettirir ve ürer. Yiyeceğe ulaşamayanlar ise yaşamını devam ettiremez. Dolayısıyla doğal seçim süreci bir başlangıcı ve sonu olan ve bir sebep-sonuç ilişkisi olan 'olay' kategorisinde değil, 'sınırlı etkileşimler' kategorisinde bulunmaktadır (Johnston ve Southerland, 2000).

Diğer bir kavram yanılgısı kimyasal bağlar konusundadır. Kimyasal bağların koştunun söylenmesi, öğrencilerin kimyasal bağlar kavramını 'sınırlı etkileşimler' kategorisinde değil de 'madde' kategorisindeymiş gibi algılamasına neden olabilir.

Kimyasal bağ kavramı, atomlar arasında oluşan çekim kuvvetidir. Bir tür kuvvet olduğu için 'süreç' kategorisinde yer almaktadır (Topalsan, 2015). Diğer bir örnek, iyonik bağ kavramı ile ilgilidir. Eğer kişi bu kavramı madde kategorisine yerleştirirse, bu kavrama madde kategorisinin özelliklerinden biri olan kütleyle sahip olma özelliği yükleyecektir. Oysa ki iyonik bağ kavramı ait olduğu sınırlı etkileşimler kategorisine yerleştirilirse, o zaman bu kavram başlangıcı ve sonu olamama gibi özelliklere sahip olacaktır. Yani kavram hangi kategoriye atanırsa, o kavramın özelliklerini taşıyacağından, kavramın doğru yerleştirilmesi önemlidir (Johnston ve Southerland, 2000).

Diğer bir kavram yanılması balının balık olduğunun düşünülmesidir. Öğrencilerin sahip olduğu balık şemasıyla benzerlik gösterdiği, suda yaşadığı için ilk etapta balina kavramı balık kategorisine atanır. Farklılıklar daha sonra öğrenildikten sonra memeli kategorisine atanır.

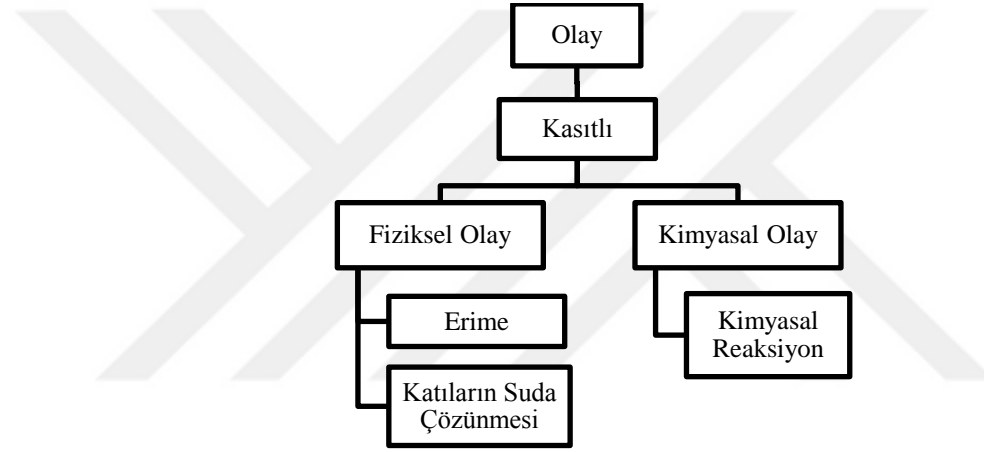
Bir başka kavram yanılması da ısı konusundandır. Öğrenciler genellikle ısının akabileceğini düşünmektedirler. Öğrencilere aynı sıcaklıkta kahvenin bir kısmının strafor bardağın içine, bir kısmının da seramik kupanın içine konulduğu ve bir süre beklendiği söylenmiştir. Bir sürenin sonunda hangi bardağın içindeki kahvenin daha sıcak olacağı sorulmuştur. Öğrencilerin çoğu seramik kupanın içindeki kahvenin daha sıcak olacağı çünkü strafor bardağın içindeki boşluklardan ısının dışarı çıkabileceğini söylemişlerdir. Bu konudaki uzman görüşü ise iletkenlikten dolayı, seramik kupadaki kahvenin ısısının büyük kısmını seramik kupaya aktararak kaybedeceği ve strafor bardağın iyi bir iletken olmamasından dolayı ısının bardaktaki kahvede kalacağı yönündedir (Slotta, Chi ve Joram, 1995).

Literatür taramasında görülen bir diğer yanılma da, çözünme ve erime olaylarının birbirine karıştırılmasıdır. Çözünme ve erime kavramlarının her ikisi de süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan olay kategorisinde yer almaktadırlar. Her iki kavram da 'fiziksel olay' kategorisinde yer alan yanal kategorilerdir. Erime ve çözünme kavramları süreç kategorisinde yer alan farklı ontolojik kategorilerdir. Eğer öğrenciler, şeker suya atıldığında şekerin eridiğini belirtiyorlarsa, çözünme olayını, katının sıvı hale geçtiği erime olayı içerisinde değerlendirdikleri anlaşılmaktadır (Özalp, 2008; Sarı, 2014; Topalsan, 2015). Yani bu olayı, çözünme kategorisine atamaları gerekirken,



erime kategorisine atamışlardır (Şekil 2.9). Bu durum da yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Çözünme kavramı ile ilgili sık karşılaşılan bir diğer kavram yanlışlığı da, şekerin suda çözünmesi sırasında, şekerin su ile kimyasal tepkimeye girdiğinin düşünülmesidir. Bu durumda öğrenciler, çözünme olayını fiziksel olay kategorisine değil, kimyasal olay kategorisine yerleştirmektedirler (Şekil 2.9) (Özalp, 2008; Sarı, 2014; Topalsan, 2015). Fiziksel olay olan çözünme kavramının kimyasal olay kategorisine yerleştirilmesi, farklı bir paralel kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.



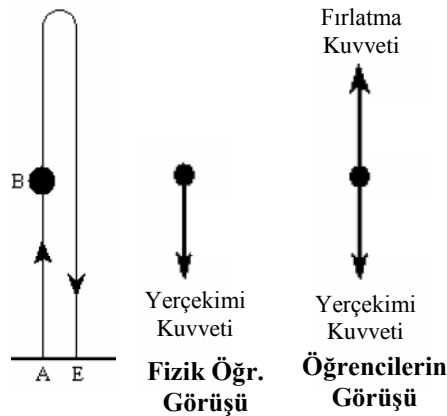
**Şekil 2.9. Fiziksel Olay ve Kimyasal Olay Kavramlarının Olay Kategorisi İçerisine Yerleştirilmesi**

Fiziksel ve kimyasal olay kavramlarının birbirine karıştırıldığı kavram yanlışlıklarına bir diğer örnek de gazlı içeceklerin kapakları açıldığında dışarı çıkan gaz kabarcıklarının kimyasal tepkime sonucu oluştuğu düşüncesidir (Özalp, 2008). Gazlı içeceğin içinde bulunan çözülmüş halde bulunan karbondioksit gazı, içeceğin kapağı açıldığında dışarı çıkar. Bu olay fiziksel olaya örnektir. Ancak bazı öğrenciler bu gaz kabarcıklarının kimyasal tepkime sonucu oluştuğunu düşünerek, bu olayı kimyasal olay kategorisine yanlış yerleştirmektedirler. Bu durum, fiziksel olay kategorisinde yer alan bir kavramın, kimyasal olay kategorisine yanlış yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Öğrencilerin genellikle sahip oldukları kavram yanlışlıklarına bir diğer örnek de, maddelerin makroskobik ve mikroskobik özelliklerini birbirine karıştırmalarından

kaynaklanan kavram yanlışları gösterilebilir. Örneğin bazı öğrenciler, yaprağın içindeki atomların da canlı olduğunu, altın atomlarının parlak ve sert yapıda olduğunu, erime, buharlaşma gibi hal değişimleri sırasında maddenin taneciklerinin de eriyeceğini veya buharlaşacağını düşünmektedirler. Bu durumlar, maddenin makroskobik özelliklerinin, mikroskobik özelliklerinde de geçerli olduğu şeklinde kavram yanlışlarına sahip olduklarına işaret etmektedir (Özalp, 2008; Sarı, 2014; Topalsan, 2015).

Kavram yanlışının yaşandığı bir diğer konu da kuvvet konusudur. 'Sınırlı etkileşimler' kategorisinde olması gereken kuvvet kavramı öğrenciler tarafından 'madde' kategorisine alındıysa, ona kullanabilme, bitebilme gibi özellikler atfedilebilir. Örneğin öğrencilerin genellikle sahip olabileceği bir kavram yanlışlığı; fırlatılan nesnenin bir kuvvet içermesi ve hareketi boyunca o kuvveti kullanarak harcaması ve bittiğinde durmasıdır. Clement (1982) yaptığı çalışmada, öğrencilere ve Fizik öğretmenlerine yukarı doğru fırlatılan bir cisme etkileyen kuvvetlerin neler olduğunu sormuştur. Şekil 2.10'da görüldüğü gibi öğrencilerin bu soruya cevabı yerçekimi kuvveti ve fırlatma kuvveti olurken, Fizik öğretmenlerinin cevabı sadece yerçekimi kuvveti olmuştur. Kuvvet konusuyla ilgili bir başka kavram yanlışlığı da kuvvetin hareketle her zaman aynı yönde olduğu, duran cisimlere etkileyen kuvvet olmadığı ve hareket eden bütün cisimlere bir kuvvet uygulandığıdır.



**Şekil 2.10. Clement (1982)'in Çalışmasında Fırlatılan Cisme Etkileyen Kuvvetlerin Sorulduğu Soruya Verilen Öğretmen ve Öğrenci Cevapları**

Literatürde, özellikle sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan kavramların öğrenilmesinin zor olduğunu gösteren bulgular bulunmaktadır. Chi (1997)'ye göre,

sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan kavramların öğrenilmesinin zor olmasının üç nedeni vardır:

1. Sınırlı etkileşimler kategorisinde bulunması gereken kavramın, öğrenci tarafından daha önceden farklı bir kategoriye, madde veya olay kategorisine yerleştirilmesi. Kavramın yanlış kategorize edilmesi kavram yanlışlığının oluşmasına sebep olur.
2. Kavramlar yanlış kategorize edildiğinden, öğrencilerin bu yanlışlığı düzeltmek için ontolojik bir geçişin yapılması gerektiğinin farkında olmamaları.
3. Öğrencilerin sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan kavramlara ve sahip oldukları özelliklere aşina olmamaları. Başka bir ifadeyle öğrencilerin zihinlerinde bu kavramlarla ilgili şemaların olmaması (Aktaran Özalp, 2008).
4. Öğrencilerin kavramı yanlış olarak yerleştirdikleri kategoriden alıp, ait olduğu doğru kategoriye yerleştirmesine yardımcı olacak öğretim yönteminin uygulanmaması.

### **2.13. Kavram Yanılgılarının Ontolojik Nedenlerinin Araştırıldığı Çalışmalar**

Nakhleh (1992)'e göre kavram yanılgıları, bilimsel olarak kabul edilen kavramların dışında, öğrenciler tarafından eksik veya hatalı olarak yapılandırılan kavramlardır. 2000'li yıllarda kavram yanılgıları felsefi açıdan değerlendirilmeye başlanmış ve kavram yanılgıları felsefi bakış açısıyla betimlenmiştir. Chi ve Roscoe (2002) yaptıkları çalışmada kavram yanılgılarını ontoloji temeline dayandırmış, bütün kavramların ait olduğu bir ontolojik kategori bulunduğunu belirtmiş ve kavram yanılgılarının bireyler tarafından yanlış ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Ontoloji, sözlük anlamı olarak "varolma bilimi" olarak tanımlanmaktadır. Ontoloji, varlıklar ve varlıkların ait oldukları temel kategorilerle ilgilenir (Chi, 2001). Ontolojik özellik, bir varlığın içinde bulunduğu ontolojik kategori sonucu sahip olma ihtimalinin yüksek olduğu özelliklerdir (Chi, 1997). Chi (1997)'ye göre temel ontolojik kategoriler; madde, süreç ve zihinsel durumlar kategorileridir. Varlıklar, içinde buldukları ontolojik kategorinin özelliklerini taşırlar. Buna göre, madde kategorisi; hacme, kütle, renege sahip olma, depolanabilme gibi ontolojik özelliklere, olay kategorisi ise;

başlangıcı ve sonu olma gibi ontolojik özelliklere sahiptir. Süreç kategorisinde yer alan kavramların fiziksel özellikleri bulunmaz. Örneğin süreç kategorisinde yer alan düşünme, okuma ve yazma gibi kavramlar, kütle, hacim, renk gibi özellikler sahip değildirler (Şen ve Yılmaz, 2012). Süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan olay kategorisinin bir zaman aralığında meydana gelme, başlangıcı ve sonu olma gibi ontolojik özellikleri bulunmaktadır (Chi, 1992; Chi, 1993; Chi, Slotta & Leeuw, 1994). Olay kategorisindeki kavramların nedeni olmasına rağmen, sınırlı etkileşimler kategorisindeki kavramların nedeni yoktur (Chi & Slota, 1993; Chi vd, 1994). Sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan ısı, ışık, kuvvet, elektrik akımı, kimyasal bağ gibi kavramların bir başlangıcı ve sonu yoktur. Sınırlı etkileşimler kategorisinde yer alan kavramların belli bir zamanda ve belli bir yerde gerçekleştiği söylenememektedir. Yani zamandan ve yerden bağımsız olarak her zaman her yerde gerçekleşebilme özelliği vardır (Chi & Slotta, 1993). Zihinsel durumlar kategorisinde bulunan kavramlar ise duygusal veya kasıtlı olma özelliklerine göre ikiye ayrılırlar. Zihinsel durumlar kategorisi, dış çevremizle ilgili algılarımız vasıtasıyla oluşturduğumuz soyut kavramlardan oluşmaktadır (Şen ve Yılmaz, 2012). Örneğin aşk, korku, istemek, nefret etmek gibi duygu ve düşünceler zihinsel durumlar kategorisinde yer almaktadırlar.

Kavramlar, sahip oldukları ontolojik özelliklere göre, ontolojik kategorilere yerleştirilirler. Bireyler, kavramı ait olduğu kategoriye değil de, yanlış bir kategoriye yerleştirdiklerinde kavram yanılması oluşur. Bunun sebebi, kavramın yanlış ontolojik kategoriye yerleştirilmesinden kaynaklanan, aslında sahip olmadığı özelliklerin ona atfedilmesidir. Örneğin, süreç kategorisinde yer alması gereken bir kavram, yanlışlıkla madde kategorisine yerleştirilirse, bu kavrama maddenin özellikleri yüklenir ve dolayısıyla kavram yanılması oluşur. Bu şekilde oluşan kavram yanılıklarının giderilmesi için, ilk önce bu kavram yanılıkları ontolojik açıdan değerlendirilmeli, hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandıkları belirlenmeli ve uygun öğretim yöntem ve teknikleri kullanılarak, bu kavramların doğru kategorilere yerleştirilmesi ve kavram yanılıklarının giderilmesi sağlanmalıdır. Sahip olunan kavram yanılıklarının oluşma sebepleri belirlendiğinde, yani problemin kaynağına inildiğinde, kavram yanılıkları etkili bir şekilde giderilebilmektedir. Başka bir deyişle problemin kaynağının doğru bir şekilde tespit edilmesi, çözümünü kolaylaştırmaktadır.

Yurt içinde ve yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde, kavram yanlışlarının oluşmasında, kavramların hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığının araştırıldığı sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Sanmarti, Izquierdo ve Watson, 1995; Watson, Prieto ve Dillon, 1997; Soman, 2000; Özalp, 2008; Kahveci ve Özalp, 2009, 2011; Özalp ve Kahveci, 2011; Şen ve Yılmaz, 2012; Park ve Oh, 2013; Kabapınar, 2013; Sarı, 2014; Akgün ve Gülmez, 2015; Topalsan ve Bayram, 2017; Topalsan ve Bayram, 2019). Bu çalışmalardan bazılarında ontolojik olarak değerlendirilen kavram yanlışlarının, farklı öğretim yöntemleri ile (argümantasyon veya animasyon destekli öğretim yöntemi gibi) giderilmesi amaçlanmıştır (Topalsan ve Bayram, 2017; Sarı, 2014). Yapılan bu çalışmalardan elde edilen bulgular aşağıda özetlenmektedir.

Sanmarti, Izquierdo ve Watson (1995) yaptıkları çalışmada, maddenin özellikleri konusunda 13 yaşındaki öğrencilerin düşünme biçimlerini ve kavram anlama düzeylerini araştırmıştır. Kimya alanında gerçekleştirilen bu çalışmada, öğrencilerin birçok kavramı yanlış bir şekilde madde kategorisine yerleştirdikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca birçok öğrencinin fiziksel değişim ve kimyasal değişim kavramlarını ayırt etmede istenilen başarıyı gösteremedikleri belirlenmiştir.

Watson, Prieto ve Dillon (1997) yaptıkları çalışmada, 14-15 yaşlarındaki öğrencilerin yanma konusuyla ilgili düşüncelerini araştırmışlardır. Öğrencilere yanma tepkimeleriyle ilgili sorular yöneltilmiş ve verdikleri cevapların sebebini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar analiz edilerek, yaptıkları açıklamalara göre üç kategoriye ayrılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin yanma konusuyla ilgili birçok kavram yanlışına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Örneğin öğrencilerin birçoğunun yanma reaksiyonunu kimyasal değişim şeklinde bilimsel olarak açıklayamadıkları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin birçoğu tepkime sonucunda oluşan gaz ürünlerini belirtememişlerdir. Öğrencilerin bir kısmı yanma olayını, maddenin oksijenle tepkimeye girmesi şeklinde açıklasa bile, odunun yanması sonucu oluşan ürünler sorulduğunda, oluşan ürünün sadece kül olduğunu belirtmişler fakat oluşacak gaz ürünlerden bahsedememişlerdir. Öğrencilerin birçoğu oksijen gazının yanma reaksiyonundaki etkisini sadece direkt olarak sorulduğunda söyleyebilmişler, kendiliklerinden oksijenin rolünden bahsedememişlerdir. Bilim insanlarının kimyasal tepkimeleri açıklarken kullandıkları tepkimeye giren maddelerin ve tepkime sonucu

oluşan ürünlerin kütlelerinin korunumu kavramından öğrencilerin bahsetmedikleri ortaya çıkmıştır. Bu sonuç şaşırtıcı gelmemiştir çünkü yapılan başka bir araştırmada da 16 yaşındaki öğrencilerin gaz maddelerin kütleyle sahip olmadığını düşündükleri belirlenmiştir (Brooks ve Driver, 1989; Stavy ve Stachel, 1985; Stavy, 1990).

Soman (2000) yaptığı araştırmada, 4 farklı gruptaki (üniversite 1. sınıf, üniversite 2. sınıf, üniversite mezunu ve profesör) katılımcıya, verilen 24 adet kimya kavramını hangi ontolojik kategorilere yerleştirdiklerini sormuştur. Sorulan kimyasal kavramların bir kısmı şunlardır: su, buharlaşma, Kinetik Moleküler Teori, metre, kimyasal denge, kimyasal denklem, silis kumu, İdeal Gaz Yasası, kimyasal dengeyi etkileyen etmenler, entalpi, 1 mol civa, titrasyon, elektron, Le Chatelier Prensibi, mol kavramı, hidrojen ve oksijenin birleşerek suyu oluşturması, 1 kilogram, kimyasal tepkime, metandaki kimyasal bağlar ve sodyum klorürdeki kimyasal bağlardır. Araştırmanın sonucunda, bütün katılımcıların su, silis kumu, 1 mol civa ve bir elektron gibi kavramları madde kategorisine yerleştirdikleri bulunmuştur ve bunu kütleyle ve hacme sahip olma şeklinde açıklamışlardır. Benzer şekilde bütün katılımcılar kimyasal dengeye ulaşma, titrasyon, buharlaşma, hidrojen ve oksijenin birleşerek suyu oluşturması ve kimyasal tepkime gibi kavramların süreç ontolojik kategorisine dahil olduğu konusunda fikir birliğine varmışlardır. Metandaki ve sodyum klorürdeki kimyasal bağların süreç ontolojik kategorisinin alt kategorisi olan sınırlı-etkileşimler kategorisine yerleştirilmesi gerekirken, üniversite 1. ve 2. sınıfta okuyan bazı öğrencilerin bunları madde veya zihinsel durumlar kategorilerine yerleştirdikleri görülmüştür. Ayrıca profesörlerin ve üniversite mezunlarının zihinsel durumlar kategorisine yerleştirdikleri mol ve kilogram kavramlarının, bazı öğrenciler tarafından madde kategorisine yerleştirildiği görülmüştür.

Özalp (2008) çalışmasında, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısıyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeyi ve bu kavram yanlışlarını ontolojiye dayandırarak değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu sebeple ontoloji ve ontolojik kategoriler bu araştırmanın temelini oluşturmaktadır. Araştırmada öğrencilerin kavramsal anlamalarını ölçmek için 25 adet iki aşamalı çoktan seçmeli sorudan oluşan bir test kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini 6. ile 11. sınıf arasında her kademedden seçilen toplam 696 öğrenci oluşturmaktadır. Uygulama 2007-2008 eğitim-öğretim yılında gerçekleştirilmiş ve toplam dört hafta sürmüştür. Araştırmada

kesitsel tarama araştırması yöntemi kullanılmıştır. Kruskal-Wallis testi analizi sonucu, tüm sorular için sınıf seviyeleri arasında farkın 0.05 düzeyinde anlamlı olduğunu ve sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerin başarısının arttığını göstermiştir. Araştırmanın ilginç sonuçlarından bir tanesi, bazı kavram yanlışlarının ortaöğretim öğrencilerinde, ilköğretim öğrencilerine göre daha fazla bulunmasıdır. Bu çalışmada ortaya çıkarılan kavram yanlışlarının madde ve süreç ontolojik kategorilerine ait oldukları saptanmıştır. En fazla kavram yanlışının madde kategorisinin alt kategorileri olan mikroskopik tanecik ile makroskopik madde kategorisinde olduğu görülmüştür. Makroskopik maddelerin özelliklerinin, mikroskopik taneciklere aktarılmasıyla bu tür kavram yanlışları oluşmuştur. Süreç kategorisindeki en fazla kavram yanlışısı ise fiziksel olay ile kimyasal olay kategorileri arasında görülmüştür. Öğrencilerde saptanan bazı kavram yanlışları; 'buzdaki moleküller katı, sudaki moleküller sıvıdır çünkü buz katı, su ise sıvıdır' şeklindedir. Öğrencilerin %38,6'sının bu yanlışlığa sahip olduğu görülmüştür. Araştırmadaki bir diğer önemli sonuç ise, soruların birinci aşamalarının her iki aşamasına göre daha fazla oranda doğru cevaplanmış olmasıdır. Buradan, öğrencilerin anlamlı öğrenme konusunda yeteri kadar başarılı olmadıkları sonucuna varılmıştır. Öğrenciler soruyu doğru cevaplayabilmekte, fakat nedenini doğru bir şekilde cevaplamakta yetersiz kalmaktadırlar. Bu sonucu, öğrenmenin anlamlı öğrenme ile değil, ezberleyerek öğrenme ile gerçekleştiği şeklinde açıklamışlardır. Bu araştırma, maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının ontolojik kategorilerle açıklanması bakımından önem taşımaktadır.

Çoban ve Ergin (2010) yaptıkları çalışmada, ilköğretim öğrencilerinin bilimsel bilginin varlık alanına yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmaya 5 ilköğretim okulunun 6., 7. ve 8. sınıflarından toplam 467 öğrenci katılmıştır. Çalışma sonucunda oluşturulan ölçek toplam 15 maddeden ve 'Bilimsel çalışma ve varlıklar', 'Bilimsel çalışmaların gerçek karşılığı', 'Bilimsel varlıklar', 'Varlığın sürekliliği' ve 'Gerçekliğe ulaşma' olmak üzere beş faktörden oluşmaktadır. Yapılan analiz sonucunda oluşturulan ölçeğin Cronbach  $\alpha$  güvenilirlik katsayısı 0,75 olarak hesaplanmıştır. Ölçek aynı zamanda, ilköğretim öğrencilerinin bilimsel bilginin varlık alanına yönelik görüşlerini belirlemek üzere geliştirilen özgün bir ölçek olma özelliği de taşımaktadır.

Özalp ve Kahveci (2011) çalışmalarında, maddenin tanecikli yapısı konusu ile ilgili, kavram yanlışlarını ontolojik kategoriler bağlamında belirleyebilmek için, 15 adet iki aşamalı tanılayıcı sorular geliştirmişlerdir. Çalışma şu basamaklarla ilerlemiştir:

- 1) Soruların geliştirilmesi sürecinde yapılan pilot uygulamada öğrencilerden dönüt alma
- 2) Dönütlerde görülen, konu ile ilgili öğrenci düşünce biçimlerini anlama
- 3) Kavram yanlışlarının ontolojik temelini tanılama.

Hazırlanan 15 soruluk iki aşamalı tanılayıcı testin kapsam geçerliliğini sağlamak için uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Çalışma 2007-2008 eğitim-öğretim yılında İstanbul'da öğrenim gören 178 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamada öğrencilere, her bir soruyla ilgili 14 dönüt soru sorulmuştur. Öğrencilerden alınan dönütlere göre, sorularda düzeltme ve iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. İki aşamalı tanılayıcı soruların kapsam geçerliliğinin sağlanabilmesi için geliştirme sürecine önem verilmiştir.

Şen ve Yılmaz (2012) çalışmalarında, üniversite öğrencilerinin erime ve çözünme kavramlarıyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeyi ve bu kavram yanlışlarını ontoloji temelinde değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Ayrıca öğrencilerin erime ve çözünme kavramlarıyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını bilimsel düşünme düzeylerine göre karşılaştırmışlardır. Çalışma 25 öğrencinin katılımıyla gerçekleşmiştir. Veri toplama aracı olarak beş açık uçlu soru ile Bilimsel Düşünme Yetenekleri Testi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, üniversite öğrencilerinin erime ve çözünme konusunda çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Kavram yanlışlarının daha çok, madde kategorisinin alt boyutları olan mikroskobik tanecik ile makroskobik madde kategorileri arasında yapılan yanlış yerleştirmeden dolayı oluştuğu tespit edilmiştir. Ulaşılan bir diğer sonuç da, öğrencilerin süreç kategorisinin bir alt kategorisi olan olay kategorisinde yer alan erime ve çözünme kavramlarını birbirleriyle karıştırdıklarıdır.

Park ve Oh (2013) çalışmalarında, lise öğrencilerinin levha hareketleri ile ilgili kavram yanlışlarını ontolojik açıdan değerlendirmişlerdir. Araştırmayı 116 Koreli lise öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerden, 3 tür levha hareketi ile ilgili düşüncelerini çizerek açıklamaları istenmiştir. Aynı zamanda ontolojik kavram



sorularını cevaplamaları istenmiştir. Öğrencilerin kavramsal modellemelerini ortaya çıkarmak için, yaptıkları çizimler ve mülakat sırasında verdikleri cevaplar nicel ve nitel olarak analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin modellemeleri kategorize edilmiş ve levha hareketlerini dört farklı modelleme ile açıkladıkları görülmüştür. Bunlar: "Acemi Model", "Kararsız Model", "Nedensel Model" ve "Kavramsal Model"dir. Çizimleri "Acemi Model" kategorisine yerleştirilen öğrencilerin büyük oranda 'madde' ontolojik kategorisinde düşüncelere sahip olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, çizimleri "Nedensel Modelleme" kategorisine yerleştirilmiş öğrencilerin kavramsal anlamalarının, 'madde' ontolojik kategorisinde değil, daha çok 'olay' veya 'sınırlı etkileşim' ontolojik kategorilerinde olduğu görülmüştür.

Kabapınar (2013) çalışmasında, müfredatın öngördüğü öğretim sonrasında, Türk öğrencilerinin kimyasal bağa ilişkin kavramlarını incelemeyi amaçlamıştır. Veri toplama aracı olarak, açık uçlu kavramsal sorulardan oluşan anket kullanılmıştır. Çalışma 404 onbirinci sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere yöneltilen sorular ile, öğrencilerin kimyasal bağın özellikleri hakkındaki düşünceleri ve bunların nedenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, öğrencilerin kimyasal bağ konusu ile ilgili kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermektedir. Kimyasal bağın kütesinin ve hacminin olduğunu düşünen öğrencilerin olduğu elde edilen diğer bulgular arasındadır. Kimyasal bağ kavramına kütle ve hacim gibi maddesel özelliklerin atanması, ontolojik açıdan değerlendirildiğinde, süreç kategorisinde yer alması gereken kimyasal bağ kavramının, madde kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir. Benzer şekilde, enerji kavramının da kütesinin olduğu ve maddesel özelliklere sahip olduğu, öğrenciler arasında yaygın olarak rastlanan kavram yanılgıları arasındadır.

Sarı (2014) çalışmasında, ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin "Maddenin Yapısı ve Özellikleri" konusuyla ilgili kavram yanılgılarını ortaya çıkarmayı, bu kavram yanılgılarını ontolojik açıdan değerlendirerek kaynağını belirlemeyi ve belirlenen bu kavram yanılgılarını kavram haritalarıyla desteklenmiş öğretim yöntemi ve bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle gidermeyi amaçlamıştır. Sonuçta hangi yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılgılarının, hangi öğretim yöntemiyle daha etkili bir şekilde giderilebildiğini belirlemeye çalışmıştır. Araştırmanın örneklemini İstanbul'daki bir özel okulun üç ayrı sınıfında öğrenim görmekte olan toplam 55 yedinci

sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın deseni ise ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desendir. 1. Deney grubunda çeşitli animasyonların, videoların, sanal deneylerin, dijital hikayelerin ve sunumların yer aldığı bilgisayar destekli öğretim yöntemi, 2. Deney grubunda ise kavram haritalarının kullanıldığı öğretim yöntemi uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise, soru-cevap ve düz anlatımdan oluşan gelenekel öğretim yöntemi uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulardan bir tanesi, kavramların yanal ontolojik kategorilere yanlış yerleştirilmesiyle veya üst çapraz ontolojik kategorilere yanlış yerleştirilmesiyle oluşan, iki tür kavram yanlışlığı olduğudur. Bir diğer bulgu da, bilgisayar destekli öğretim yönteminin, yanal ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeye oluşan kavram yanlışlıklarını gidermede en etkili olduğu, sonra sırasıyla kavram haritalarıyla desteklenmiş öğretimin ve geleneksel öğretimin geldiğidir. Araştırmadan elde edilen diğer bulgu ise, üst çapraz ontolojik kategorilere yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlıklarının en etkili bir şekilde bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle giderildiği, sonra da sırasıyla geleneksel öğretim yönteminin ve kavram haritalarıyla desteklenmiş öğretim yönteminin geldiğidir.

Akgün ve Gülmez (2015) çalışmalarında, 5., 6., 7. ve 8. sınıf Fen Bilimleri Dersi müfredatını ontolojik açıdan incelemişlerdir. 5-8 arası sınıfların Fen Bilimleri dersi üniteleri ontolojik kategoriler temelinde incelenmiştir. Betimsel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmada veriler doküman incelemesi tekniği kullanılarak toplanmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, ortaokul 5, 6, 7, ve 8. sınıf fen bilimleri dersi alt konularının çoğunlukla 'Sınırlı Etkileşimler' alt kategorisinde yer aldığı görülmüştür. Ontolojik kategoriler bakımından alt konuların en fazla farklılaştığı sınıf düzeyinin 5. sınıf olduğu anlaşılmıştır. Buna göre 5. sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin 20 alt başlığın 2'si madde kategorisinin canlı doğal tür alt kategorisine, 3'ünün madde kategorisinin cansız doğal tür alt kategorisine, 5'inin süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine, 1'inin süreç kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisine, 4'ünün süreç kategorisinin alt kategorisi olan yapay sınırlı etkileşim kategorisine, 5'inin de süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine ait oldukları belirlenmiştir. 5. Sınıf fen bilimleri dersi müfredatında yer alan konuların ontolojik kategorilere göre dağılımı şu şekildedir: Canlı madde kategorisinde 'Canlıları Tanıyalım', 'İnsan ve Çevre İlişkisi'; cansız madde kategorisinde 'Besinler ve Özellikleri', 'Yer Kabuğunda Neler Var?', 'Yer Kabuğundaki Yer Altı ve Yer Üstü

Suları'; kasıtlı olay kategorisinde 'Besinlerin Sindirimi', 'Vücudumuzda Boşaltım', 'Hal Değişimi', 'Maddeleri Ayırt Edelim', 'Isı Maddeleri Etkiler'; rastgele olay kategorisinde 'Zararlı Alışkanlıklar'; doğal sınırlı etkileşim kategorisinde 'Sürtünme Kuvveti', 'Isı ve Sıcaklık', 'Işığın Yayılması', 'Sesin Yayılması', 'Erozyon ve Heyelanın Yer Kabuğuna Etkisi' ve yapay sınırlı etkileşim kategorisinde 'Kuvvetin Ölçülmesi', 'Ampullerin Parlaklığını Değiştirelim', 'Elektrik Devre Elemanlarını Sembollerle Gösterelim' ve 'Hava, Toprak ve Su Kirliliği' konuları yer almaktadır. 6. sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin 20 alt başlığın 3'ünün madde kategorisinin cansız doğal tür alt kategorisine, 4'ünün süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine, 5'inin süreç kategorisinin alt kategorisi olan yapay sınırlı etkileşim kategorisine, 8'inin de süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine ait oldukları belirlenmiştir. 7. sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin 20 alt başlığın 6'sının madde kategorisinin cansız doğal tür alt kategorisine, 3'ünün madde kategorisinin yapay tür alt kategorisine, 4'ünün süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine, 5'inin süreç kategorisinin alt kategorisi olan yapay sınırlı etkileşim kategorisine, 10'unun da süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine ait oldukları belirlenmiştir. 8. sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin 20 alt başlığın 3'ünün madde kategorisinin cansız doğal tür alt kategorisine, 5'inin süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine, 3'ünün süreç kategorisinin alt kategorisi olan yapay sınırlı etkileşim kategorisine, 12'sinin de süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine, 1'inin de kasıtlı zihinsel durumlar kategorisine ait oldukları belirlenmiştir. Bu çalışma öğretmenlere ve fen bilimleri dersi program hazırlayıcılarına faydalı olabilmesi amacıyla yapılmıştır.

Topalsan ve Bayram (2017) çalışmalarında, ilköğretim yedinci sınıf öğretim programında yer alan 'Kuvvet ve Hareket' konusuyla ilgili kuvvet, sürtünme kuvveti, iş, enerjinin korunumu, mekanik enerji, kinetik ve potansiyel enerji, yaylarda depolanan enerji gibi kavramlara ilişkin öğrencilerde bulunan kavram yanlışlarını ortaya çıkarmayı, bulunan kavram yanlışlarını ontolojik açıdan değerlendirerek kategorilendirdikten sonra, argüman destekli öğretim yöntemi ve geleneksel öğretim yöntemi ile bu kavram yanlışlarını gidermeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın deseni ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desendir. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram testinde yer alan sorulara verilen cevaplar için ontolojik kategoriler derinlemesine analiz

edilmiştir. Çalışmada uygulanan deneysel desende, bağımlı değişkenler akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve kavram öğrenme, bağımsız değişken ise öğrenme-öğretme yaklaşımıdır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında İstanbul İlinde bir Vakıf Üniversitesinin 2. sınıfında öğrenim görmekte olan, toplam 70 (60 kız, 10 erkek) sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Kontrol ve deney gruplarında 35'er öğretmen adayı yer almaktadır. Veri toplama araçları olarak; öğrencilerin akademik başarısını ölçmek amacı ile Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi, kavramsal öğrenmelerini incelemek amacı ile Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi, bilimsel süreç becerilerini ölçmek amacıyla Bilimsel Süreç Becerileri Test kullanılmıştır. Uygulamanın ardından, deney grubu ile kontrol grubu karşılaştırıldığında, bilimsel süreç becerileri açısından (değişkenleri tanımlama, işlemsel açıklamalar yapma, araştırma tasarlama, grafiği ve verileri yorumlama) deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğretimin argüman ortamları oluşturularak yürütüldüğü deney grubunda, üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 301 kavram yanlışının 252'sinin, yani %83,72'sinin giderildiği ortaya çıkmıştır. Deney grubunda yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 150 kavram yanlışının ise 128'nin yani %85,33'ünün yapılan öğretim sonucunda giderilebildiği ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda ise, üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden oluşan 318 kavram yanlışının 122'si, yani %38,36'sı, yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 131 kavram yanlışının ise 59'u yani %45,03'ünün giderilmesi başarılmıştır. Bu durum, eğitim öğretim süreci içerisinde yapılan geleneksel çalışmaların, yanal ontolojik kategoriye yerleştirilmiş kavram yanlışlarını gidermede, üst ontolojik kategoriye yerleştirilmiş yanlışlara göre daha başarılı olduğunu göstermektedir. Bunun yanında, geleneksel olarak yapılan çalışmaların öğrencilerde yeni kavram yanlışları ortaya çıkardığı sonucuna da ulaşılmaktadır, kontrol grubunda öğretim sonunda öğrencilerde oluşan 31 yeni kavram yanlışısı saptanmıştır. Ayrıca kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin 'Kuvvet ve Hareket' konusuyla ilgili akademik başarılarını karşılaştırmak amacıyla, Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi son test sonuçları analiz edildiğinde, deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## 2.14. Bilgisayar Destekli Öğretim Yönteminin Eğitimdeki Önemi

Yirminci yüzyılla birlikte gelişen bilgi teknolojileri, ticari, sanayi, sağlık, eğitim gibi pek çok alanda bilgisayarların kullanımının önemini ortaya çıkarmaktadır. Bilgisayarlar toplumların vazgeçilmez birer parçası olma halini almaktadır. Bilgisayarların sosyal ve ekonomik pek çok faaliyette kullanılarak, verimliliğin artırılmasıyla beraber, bilgisayarlardan eğitim alanında da faydalanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda gelişen teknolojinin ve bilgisayarların pek çok alanda yaygın kullanımının etkisiyle, bilgisayarların eğitim amaçlı olarak kullanımı giderek önem kazanmıştır. Bu durum, "*Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ)*" kavramının ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Ayas vd, 2001; Akçay vd, 2003a, 2003b; Özbek, 2005; Sarı, 2014). Literatürde bilgisayar destekli öğretim ile ilgili farklı tanımlamalar yapılmıştır:

- Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ), bilgisayarın öğrenme-öğretme sürecinde bir araç olarak kullanılması şeklinde tanımlanır (Akkoyunlu, 1998).
- BDÖ, bilgisayarın öğrenme ortamı olarak kullanıldığı, öğrencilerin öğrenme hızlarına göre ve kendi kendilerine öğrenmelerine imkan veren, öğrenci motivasyonunu arttıran öğretim yöntemidir (Şahin ve Yıldırım, 1999).
- Öğrencilerin karşılıklı etkileşimler sayesinde aktif oldukları, bireysel hızlarına göre ilerleme imkanı buldukları ve kendi öğrenmelerinden sorumlu oldukları öğretim yöntemidir. Ses ve animasyonlarla desteklenen eğitim-öğretim süreci öğrencilerin motivasyonunu arttırmada etkilidir (Baki ve Öztekin, 2001).
- Ders içeriklerinin sunulması, konu tekrarı yapma, problem çözme ve alıştırma yapma gibi etkinliklerde, bilgisayarların öğrenme-öğretme aracı olarak kullanılmasıdır (Odabaşı, 2006).
- Öğrenciler konunun öğretimi sırasında kullanılan bilgisayar yazılımı ve karşılıklı etkileşimler sayesinde aktif konumdadırlar. Öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına göre öğrenmelerinde ve öğretmenlerin ders içeriklerini, problem çözme, alıştırma yapma gibi etkinlikleri öğrencilerine sunmalarında bilgisayarların kullanıldığı öğretim yöntemidir (Ünal, 2007).

### 2.14.1. Bilgisayar Destekli Öğretimin Olumlu Yönleri

Bilgisayar destekli öğretimin, öğretim açısından faydaları şu şekilde sıralanabilir:

- Gerçek hayatta çeşitli nedenlerden dolayı (zaman, mekan, malzeme gibi) gerçekleştirilemeyen deneylerin simülasyon, animasyon ya da sanal laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilmesini sağlar.
- Öğrenciler kendi hızlarında ve düzeylerinde ilerleme olanağı bulur.
- Öğrenciler zihinsel olarak sürekli aktiftirler.
- Öğrencilerin kendilerine olan güvenleri artar.
- Daha çok bilgiye ulaşma imkanı sağlar.
- Anında geribildirim sağlanır. Bu sayede konu tekrarı yapılarak, kaçırılan kazanımların üzerinde durulabilir.
- Benzeşimler sayesinde ulaşılması zor mekanlarla ve durumlarla ilgili bilgi edinilebilir.
- Öğrencilerin bilgisayarları etkin kullanma yetenekleri artar.
- Öğrencilerin, dikkatlerini problem üzerine odaklayabilme yetenekleri gelişir.
- Konular daha kısa sürede ve sistematik olarak öğrenilebilmektedir.
- Ses, animasyon, resim ve grafik gibi görsel ve işitsel öğelerle öğrencilerin ilgisi çekilir ve derse olan motivasyonları arttırılır.
- Ders daha zevkli hale gelir.
- Konuyu kaçırın öğrenciler, derse engel olmadan kendileri konuyu tekrar etme imkanı bulurlar.
- Öğrencilerin derse aktif katılımı sağlandığı için, sınıfın yönetimi de kolaylaşır.
- Öğrencilere daha fazla alıştırma, uygulama ve pratik yapma olanağı sağlanır (Akkoyunlu, 1998; Odabaşı, 1998; İşman, 2001; Sarıçayır, 2007; Sarı, 2014).

Özellikle fen bilimleri dersinin öğretiminde bilgisayar destekli öğretimden faydalanılmaktadır. Russell vd. (1997)'ne göre laboratuvar ortamında deney yapma sırasında karşılaşılan kimyasal maddelerin temin edilmesi, yüksek maliyet, kapsamlı hazırlık ve güvenlik sorunu gibi pek çok zorluk BDÖ ile ortadan kalkmaktadır. Akdeniz ve Yiğit (2001) tarafından fen öğretiminde BDÖ'nün katkıları şu şekilde sıralanmaktadır:

- Deneyleri gerçekleştirmeden önce kavramların daha anlaşılır hale getirilmesi

- Soyut kavramların somutlaştırılması
- Gerçekleşmesi uzun zaman alan olayların hızlandırılarak incelenmesi
- Çok hızlı meydana gelen olayların yavaşlatılarak incelenmesi
- Süre, maliyet sınırlılıkları veya güvenlik açısından yapılamayan deneylerin sonuçlarının sanal ortamda incelenmesi
- Laboratuardaki deney araçlarından daha hassas ölçümlerin yapılması ve bu verilerin depolanabilmesi (Aktaran Sarı, 2014).

#### **2.14.2. Bilgisayar Destekli Öğretimin Olumsuz Yönleri**

Bilgisayar destekli öğretimin olumlu yönleri olduğu gibi, bazı olumsuzluklarından da bahsedilebilmektedir. Bu olumsuzluklar şu şekilde özetlenebilir:

- Bilgisayar destekli öğretimin gerçekleşebilmesi için, öğrencilerin ve öğretmenin bilgisayar kullanmayı bilmesi gereklidir. Bilgisayarı etkin şekilde kullanamayan kişiler öğrenme güçlüğü çekebilmektedirler. Bu durum da, zaman kaybına sebep olur.
- Öğrenciler bilgisayar ortamına geçtiklerinde, bilgisayarda yüklü olan farklı uygulamaları kullanabilirler. İlgilerini öğrenme sürecinde kullanmaları gereken programa değil, farklı programlara kaydırabilirler. Bu durumların yaşanmaması için, öğretmenin öğretim sürecinin etkin bir şekilde devam edip etmediğini kontrol etmesi gerekir.
- Öğrenciler, sürekli bilgisayarla ilgilendiklerinden, öğretim sürecinde sosyalleşme imkanından mahrum kalmaktadırlar.
- Her öğrencinin bir bilgisayar kullanması belli bir maliyet gerektirmektedir. Teknoloji hızla geliştiğinden, bilgisayarların zaman zaman yenilenmesi gerekmektedir. Bu durum da, maliyetin artmasına sebep olmaktadır.
- Eğitim amaçlı olarak hazırlanan yazılımların sayısı oldukça azdır. BDÖ sürecinde kullanılacak yazılımların eğitsel açıdan nitelikli, amaca yönelik olarak hazırlanmış ve kullanımı kolay olmalıdır. Mevcut yazılımlar kolay ulaşılabilir olmamaları, niteliksel eksiklikleri ve öğretim programlarıyla uyumlu olmamaları gibi konularda eleştiri almaktadırlar.

- Öğretim sırasında karşılaşılabilecek çeşitli donanımsal aksaklıklar, dersin akışını bozabilmektedir. Dersin akıcı şekilde devam edebilmesi için sorun giderme yöntemleri iyi bilinmelidir.
- Bilgisayar kullanmaya fazla aşına olmayan, alternatif öğretim yöntemleri kullanma taraftarı olmayan ve geleneksel öğretimin daha etkili olduğu inancında olanlar, bilgisayar destekli öğretim yöntemine olumsuz bir tutumla ve önyargıyla yaklaşmaktadırlar. Bu durumda da, öğretim sürecinde istenilen başarı elde edilememektedir (Şahin ve Yıldırım, 1999; İşman, 2001; Sarı, 2014).

### **2.14.3. Bilgisayar Destekli Öğretimde Öğretmenin Rolü**

Öğretmenler, eğitim sürecinin en önemli öğelerinden biri olmakla birlikte, sınıfta gerçekleşen öğrenme-öğretme etkinliklerinden birinci derecede sorumlu olan kişilerdir. Bu nedenle, öğretmenlerin gelişen teknolojiyi takip ederek, çağdaş öğretim yöntemlerini ve teknolojiyi sınıflarında kullanmaları, eğitim kalitesinin artması açısından oldukça önemlidir (Reis, 2004). Bilgisayar Destekli Öğretim sürecinin verimli bir şekilde ilerleyebilmesinde, öğretmenlerin bazı görev ve sorumlulukları bulunmaktadır. BDÖ'de sanıldığı gibi aksine, öğretmenlerin rolü geleneksel öğretime göre azalmamakta, hatta artmaktadır (Akpınar, 1999). BDÖ'nün başarılı ve etkili bir şekilde uygulanması için öğretmene düşen görevler şunlardır:

- Bilgisayar ile ilgili temel becerilere sahip olmalı, bilgisayar okur-yazarı olmalı.
- BDÖ'nün amaç ve ilkeleri ile ilgili bilgilere hakim olmalı.
- Bilgisayarın donanımsal ve yazılımsal temel parçalarını bilmeli, bunların bakımını yapabilmeli.
- Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeleri takip etmeli, yeniliklere açık olmalı.
- Eğitsel yazılımların sahip olması gereken özellikleri bilmeli, bir eğitsel yazılımın derste işlevsel olarak kullanılıp kullanılmayacağına karar verebilmeli, yazılımı derste etkin şekilde kullanabilmeli, gerekli görürse yazılımda değişiklikler yapıp, amacına uygun olarak uyarlayabilmelidir.
- Bilgisayarı hem öğretim aracı olarak, hem de ölçme-değerlendirme aracı olarak kullanabilmelidir.



- Bilgisayarı öğretim sürecinde kullanabilmek amacıyla öğrencilere rehberlik edebilmeli, öğrencilerin yazılımla ilgili sorularına cevap verebilmeli ve sınıfı organize edip, etkili şekilde yönetebilmelidir (Sarı, 2014).

#### **2.14.4. Bilgisayar Destekli Fen Öğretiminin Başarıya ve Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi**

Günümüzde, geleneksel olarak tanımlanan öğretmenin aktif, öğrencinin ise genellikle pasif konumda olduğu öğretim yöntemleri yerlerini, öğrencinin merkeze alındığı, öğrenciye kendi deneyimlerinden öğrenme imkanı tanıyan öğretim yöntemlerine bırakmaktadır (Alkan, 1995).

Bilgi ve iletişim teknolojisinin hızla ilerlemesi, bu teknolojik olanaklardan okul ve sınıf ortamlarında da yararlanılmasını kaçınılmaz bir duruma getirmektedir. Öğrenme ortamlarında teknoloji kullanımı öğrencilere daha zengin öğrenme durumları sunmakta, öğrenciyi merkeze almakta, ilgi ve motivasyonlarının artmasını sağlamaktadır (İşman ve ark., 2002). Bu bakımdan teknoloji kullanımının öğretme-öğrenme sürecinde önemli bir yeri vardır.

Canlandırma ve benzeşim gibi görsel ve işitsel yönden zengin materyallerin eğitim ortamlarında kullanılmaya başlamasıyla beraber *Bilgisayar Destekli Öğretim* kavramı ortaya çıkmıştır (Özmen, 2004; Yalın, 2002). Bilgisayar destekli öğretim, öğrenci motivasyonunu arttıran, öğrencinin kendi öğrenme hızına göre öğrenmesine olanak sağlayan, interaktif ortamda öğrencinin kendi kendine öğrenmesinin sağlanabileceği öğretim yöntemidir (Şahin ve Yıldırım, 1999).

Anlaşılmasında güçlük çekilen kavramların öğretiminde ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesinde, öğrencilerin görsel ve düşünsel yapılarını harekete geçirecek multimedia destekli öğretim etkinliklerinin kullanılması, öğrencilerin başarılarını olumlu yönde etkilemektedir (Harwood ve McMahon, 1997). Yapılan pek çok çalışmada BDÖ'nün geleneksel öğretim yöntemleriyle gerçekleştirilen öğretime oranla daha başarılı olduğu vurgulanmaktadır (Ayvacı, Özsevgeç ve Aydın, 2004; Özmen ve Kolomuç, 2004; Yiğit ve Akdeniz, 2003; Chang, 2002; Jimoyiannis & Komis, 2001; Hacker & Sova, 1998; Yalçınalp, Geban & Özkan, 1995; Reis, 2004; Saka ve Akdeniz, 2006; Çelikler, Güneş ve Güneş, 2011; Akçay ve diğ., 2005; Daşdemir, 2006; Arıkan, Aydoğdu, Doğru ve Uşak, 2006; Aykanat, 2005; Karaçöp ve diğ., 2009).

Öğrencilerin interaktif olarak öğrenme sürecine katılmalarına olanak sağlayan animasyonlar ve simülasyonlar, kavramların zihinde daha kolay yapılanmasını sağlayarak, öğrenmede güçlük çekilen soyut kavramların daha kolay öğrenilmesini sağlamaktadır. Bazı parametrelerin değiştirilip sonuçların hemen alınabilmesi açısından simülasyonların, animasyonlara göre daha avantajlı olduğu düşünülmektedir (Demirci, 2003). İşman ve diğ. (2002)'e göre; öğrencilere sunulan karmaşık bilgiler teknoloji yardımıyla sadeleştirilmekte, öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerine imkan sağlamaktadır. Hayati tehlikesi olan deneyler simülasyonlar yardımıyla bilgisayar ortamında hazırlanarak öğrencilerin deney düzeneklerini görmeleri, deneyi yapmaları ve sonuçlarını gözlemleyerek öğrenmeleri sağlanmaktadır (İşman ve diğ., 2002). Bunlara ek olarak simülasyonların, öğrencilerin yapılması zor ya da mümkün olmayan deneyleri, sistemi aktif olarak kullanarak yapabilmelerini sağlaması yanında, parasal, zaman, güvenlik ve motivasyon gibi yönlerden de avantaj sağladığı bilinmektedir (Rodrigues, 1997; Tekdal, 2002).

BDÖ'nün fen öğretimine uygulanması, özellikle fen derslerinin içeriği göz önünde bulundurulursa oldukça elverişlidir. Bunun nedeni, bilimsel kavram ve prensiplerin bu derslerde oldukça fazla olması, ders yazılımları hazırlanırken uygun öğretim teknikleri kullanıp bu kavramların öğrenciye görsel olarak aktarılabilmesi, BDÖ etkinliklerinin anlaşılması güç olan konu ve kavramlarının öğretilmesini kolaylaştırması, soyut kavramların somutlaştırılmasını sağlaması ve öğrencilerde bireysel öğrenmeye imkan sağlamasıdır (Geban ve Demircioğlu, 1996; Ayas, Karataş, Ünal ve Çalık, 2001). Ayrıca BDÖ etkinliklerinin, öğrencilerin fizik dersinde sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu saptanmıştır (Eryılmaz, 1996). Simülasyonların fen öğretiminde kullanılmalarına yönelik birçok çalışmalar yürütüldüğü literatürde belirtilmektedir (Rodrigues, 1997). İlgili araştırmalar bilgisayar destekli öğretim yönteminin fen derslerinde ilgiyi arttırmada diğer yöntemlere göre daha etkili olduğunu göstermiştir (Geban, Aşkar & Özkan, 1992; Hounshell & Hill, 1989). Bu konuya yönelik olarak Aiello ve Wolfe (1980) BDÖ'nün, kimya başarısına %52, biyoloji başarısına %36 ve fizik başarısına %23 olmak üzere öğrenci başarısına ortalama %42 oranında olumlu etki ettiğini tespit etmişlerdir.

Sarı (2014) çalışmasında, bilgisayar destekli öğretim yönteminin ve kavram haritalarıyla desteklenmiş öğretim yönteminin, ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin

"Maddenin Yapısı ve Özellikleri" konusuyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma 55 yedinci sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın modeli, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel modeldir. Araştırmada üç farklı örneklem grubu oluşturulmuş ve bunlardan ilkinde bilgisayar destekli öğretim yöntemi, ikincisine kavram haritalarıyla desteklenmiş öğretim yöntemi deneysel işlem olarak uygulanmıştır. Son grup ise geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubudur. Kontrol grubunda soru-cevap ve düz anlatım yöntemleri geleneksel öğretim sürecinde uygulanmıştır. Bilgisayar destekli öğretim yönteminin uygulandığı grupta ise, çeşitli animasyonlar, videolar, sanal deneyler, dijital hikayeler ve sunumlar öğretim sürecinde kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, bilgisayar destekli öğretimin, kavramların yanal ontolojik kategorilere yanlış yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanlışlarını giderme oranının en fazla, geleneksel öğretimin ise en az olduğu yönündedir. Araştırmadan elde edilen diğer bir sonuç da, üst çapraz ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarının giderilme oranı en fazla bilgisayar destekli öğretim yönteminin uygulandığı grupta, en az ise kavram haritalarıyla desteklenmiş öğretim yönteminin uygulandığı grupta gerçekleşmiştir.

Bilgisayar destekli öğretim, animasyon, simülasyon, sanal deney, eğitsel oyun, problem çözme, video, sunum yapma, test soruları çözme gibi farklı şekillerde uygulanmaktadır (Demirel, 1994; Varol, 1996; Odabaşı, 1998; Ayas vd., 1997b; Sarı, 2014). Bu çalışmada, bu uygulamalar arasından sadece etkileşimli animasyonlara ve simülasyonlara yer verildiğinden, çalışma boyunca "Animasyon Destekli Öğretim" ifadesi kullanılmıştır.

## **2.15. Animasyon Destekli Öğretim Yönteminin Eğitimdeki Önemi**

### **2.15.1. Animasyon Nedir?**

Animasyon, Latince bir kelime olup, canlandırmak manasındadır (Foley ve diğ., 1990). Stephen (1973) animasyonu, genel anlamı ile bir nesneye hayat ve canlılık verme sanatı olarak tanımlamıştır. Eliot ve Miller (1999) ise animasyonu, "bir nesneyi hareket halinde gösteren birçok durağan görüntü oluşturmak ve bu görüntüleri hızla arka arkaya oynatarak nesnenin gerçekten hareket ettiğini düşünmemizi sağlamak" şeklinde

tanımlamıştır (Aktaran Arıcı ve Dalkılıç, 2006). Laybourne (1998)'e göre animasyon; bilgisayar görüntülerinin canlı, çizgili, ayrıntılı bir yapımıdır. Animasyonlarda bazı şeyler yok olur, bazı şeyler ortaya çıkar, renk ve şekillerde değişimler gözlenir. Bu değişimler grafik, resim veya karikatür olabilmektedir. Resim ve karikatürler durağan olduklarından animasyon olmazlar. Çünkü animasyonların ne sürekli hareketli, ne de sürekli hareketsiz halde kalmaları gerekir. Burke ve diğerlerine (1998) göre animasyon, çizilen veya canlandırılan nesnenin hareketini anlatan, canlandırılmış hareketli bir resimdir. Bu tanımda animasyonun üç ana özelliği dikkat çekmektedir. Bu özelliklere göre animasyon;

1. Görsel sunumların bir türü veya resimdir.
2. Belli hareketleri resmeden bir harekettir.
3. Çizimler veya diğer taklit metodlarıyla yapay olarak oluşturulan hareketli objedir (Karaçöp, 2010; Daşdemir, Uzuoğlu ve Cengiz, 2012; Daşdemir ve Doymuş, 2012b; 2013; Doymuş vd., 2009).

Animasyonlar, doğrudan gözlemlenemeyen veya algılanması zor olan, laboratuarda gösterilmesi tehlikeli veya pahalı olan, çok hızlı veya çok yavaş gerçekleşen olayları veya durumları gözlemlenebilir hale getirmek için kullanılan, bilgisayar ekranında hızla değişen ve hareketliymiş gibi görünen bir dizi resimdir (Large, 1996; Rieber, 1990b, Aktaran Sarı, 2014).

### **2.15.2. Fen Bilimleri Dersinde Animasyon Destekli Öğretimin Kullanılmasının Önemi**

Eğitim; bireyi doğduğu andan itibaren etkileyen, onları sorgulamaya, araştırmaya, üretmeye ve sorumluluk almaya yönlendiren, kısaca toplumlara yön veren bir olgudur (Gürdal vd., 1995; Daşdemir, 2006; Daşdemir ve Doymuş, 2012c). Eğitim içerisinde fen bilimleri eğitimi, toplumların gelişimi açısından çok önemli bir yere sahiptir. Fen bilimleri, çevremizde gerçekleşen olayları, fizik, biyoloji ve kimya çerçevesinde tanımlamaya ve açıklamaya çalışan bir dalıdır. Fen bilimleri sadece, bilim insanlarının çeşitli araştırmalar sonucu ulaştıkları, kesinleşmiş bilgi kümeleri değildir. Bilim, aynı zamanda içinde hayal gücünün ve yaratıcılığın olduğu, dünyayı daha iyi anlamak için gayret sarf edilen dinamik bir süreçtir (Çepni ve Çil, 2009; Daşdemir ve Doymuş,

2012c). Bu nedenlerden dolayı, fen öğretiminin, öğrencileri düşünmeye sevk eden etkili bir şekilde işlenmesi önemlidir.

Fen bilimleri dersinin asıl amacı, öğrencilere fen kavramlarını ezberletmek değil, öğrenmeyi öğretmek onların düşünme becerilerinin gelişmesini sağlamak, araştırmacı ve sorgulayıcı bireyler olarak yetiştirmektir (Lind, 2005). Eğitim ortamındaki öğrenciler ve öğretmenler fen bilimleri derslerinin öğrenilmesinde ve öğretilmesinde zorlandıklarını ifade etmektedirler (Taber, 2002). Bunun sebepleri arasında, fen bilimleri kavramlarının çoğunun soyut yapıda olması ve günlük yaşamda kullanılan kelimelerin fen öğretiminde farklı anlamlarda kullanılması gösterilmektedir (Taber, 2002). Ayrıca fen bilimleri dersinde yoğun şekilde kavram ve prensiplerin yer alması ve bu kavramların öğrencilere yabancı gelmesi, fen öğrenimini zorlaştıran sebepler arasında gösterilmektedir (Taber, 2002). Bu sebeplerden ötürü, fen eğitimi araştırmacılarının en fazla önem verdikleri konuların başında soyut kavramların nasıl somut hale getirilebileceği gelmektedir (Gülçiçek ve Güneş, 2004). Fen öğretimi sürecinde, çeşitli sebeplerden dolayı (bütçe, güvenlik, zaman gibi) her zaman soyut kavramların somutlaştırılması mümkün olmamaktadır (Gülçiçek ve Güneş, 2004). Nitel ve nicel kavramlar genellikle sınıflarda teorik olarak işlenmekte, fakat istenilen başarıya yeterince ulaşılamamaktadır (Gülçiçek ve Güneş, 2004).

Fen bilimleri dersinin temel konularından kuvvet ve hareket ünitesini kavramsallaştırmak öğrenci açısından oldukça zordur (Daşdemir ve diğ., 2012). Yapılan çeşitli araştırmalar öğrencilerin bu konuları anlamakta zorlandıklarını ortaya koymuştur (Beichner, 1996; Düzgün, 2000; Uyanık, 2007). Bu zorlukları aşmada en önemli görev öğretmene düşmektedir. Öğretmen, öğretim sürecini etkin bir öğrenme çerçevesinde gerçekleştirirse, bu durum aşılabılır (Kara ve Koca, 2004). Dersin daha iyi anlaşılabilmesi için, seçilen öğretim yönteminin ve bu yöntemi destekleyen öğretim materyalinin önemi büyüktür (Güvercin, 2010). Öğrencilerin kavramları anlamalarını kolaylaştıracak, görsel ve düşünsel yapılarını harekete geçirebilecek öğretim aktivitelerinin kullanılması oldukça önemlidir (Gülçiçek ve Güneş, 2004). Öğrencilerin konuları daha iyi öğrenebilmelerini sağlayan destekleyici materyallerden bir tanesi de animasyonlardır.

Fen bilimleri dersinde gerçekleşen olayları öğrencilerin zihinlerinde canlandırabilmesi için somut öğretim yardımcılılarıyla desteklenerek öğretilmesi, soyut bilgilerin somut kavramlar olarak şekillenmesine yardımcı olmaktadır (Atılboz, 2004). Animasyon bu şekilde kullanılabilen teknolojik seçenekler arasındadır (Saka ve Akdeniz, 2006). Bu teknolojik araç, öğrencinin bilgisine ve öğrenim süreci içerisinde öğrencinin bilgilerinin gelişimine uyarlanmak zorundadır (Schnotz, 2001). Animasyonlar dinamik görünümü ve soyut olayları canlandırabilme özelliğine sahip olmalarından ötürü, öğrenme üzerine pozitif bir etki oluşturmaktadır (Lewalter, 2003; Lowe, 2003). Rieber (1990a) eğitimde animasyonların kullanımının beş farklı etkisinden bahsetmektedir. Bunlardan ilki, animasyonların görsel olarak ilgi çekici olması nedeniyle öğrencileri olumlu yönde etkilemesi ve dersi daha zevkli hale getirmesidir. Animasyonların ikinci özelliği ise, öğrencilerin dikkatini çekmesi ve hareketli sahneler, karakterler ve özel efektler sayesinde bu dikkatin diri tutulmasını sağlamasıdır. Animasyonların öğrencilerin motivasyonunu arttıran etmen olarak kullanılması ise eğitime kazandırdığı bir diğer etkidir. Örneğin sorulan bir soruya öğrencinin verdiği cevaba karşılık geri bildirim sağlanması ve bu geri bildirim destekleyen çeşitli animasyonların görülmesi, öğrencilerin motivasyonlarını arttıran etmenler olarak kabul edilmektedir. Rieber (1990a) dördüncü olarak, animasyonlar görsel olarak zengin içerik sağladığından ve bilgiler arasındaki bağlantıların algılanmasını kolaylaştırdığından, animasyonların sunum yöntemi olarak da verimli şekilde kullanılabileninden bahsetmektedir. Son olarak, edinilen bilgilerin grafik, çizim gibi görsellerle zihinde netleşmesi sayesinde bağlantıların daha kolay kurulduğunu ve bilginin akılda kalıcılığının arttığını açıklamaktadır.

Animasyonların kullanımı, öğrencilerin öğrenmelerini arttırmaktadır. Bilgisayar animasyonları, eğitimde uygulamalı stratejinin bir parçası olduğu zaman öğrencilere geri bildirim sağlamak için de kullanılabilir (Rieber, 1990a; Karaçöp, 2010; Karaçöp vd., 2009). Ayrıca bilgisayar animasyonu çeşitli eğitsel gereksinimlerde değişime ihtiyaç duyulduğu takdirde kolaylıkla değiştirilebilir ve düzeltilebilir (Milheim, 1993).

Gerçek durumaların taklit edildiği benzetimler (simülasyonlar), öğretimi zenginleştiren ve öğrencileri gerçek hayata hazırlamaya yardımcı olan öğretim uygulamalarıdır (Rodenstain, 1986; Sarı, 2014). Benzetim yöntemi özellikle, sonuçlarının sınıf ortamında izlenmesinin güç olduğu deneysel çalışmalarda kullanılmaktadır. Tehlikeli

sayılabilecek deneysel çalışmalar, nadir gerçekleşebilecek, gerçekleşmesi çok uzun zaman alacak olaylar veya çıplak gözle algılanamayacak olaylar bilgisayar ekranında yavaşlatılarak veya hızlandırılarak defalarca izlenebilmektedir. Simülasyonların zaman bakımından verimlilik sağlamasının yanında, öğrencilere laboratuvar ortamında değiştirilmesi zor olan parametreleri kolayca değiştirerek, ortaya çıkan sonuçları inceleyebilmelerine olanak verir (Gülçiçek ve Güneş, 2004). Bu sebeple simülasyonlar, kavram öğretimi ve kavramsal değişim açısından önemli bir araçtır (Riche, 2000; Soylu ve İbiş, 1999; Tao ve Gunstone, 1999; Gülçiçek ve Güneş, 2004).

Fen kavramlarını öğrenmede önemli rol oynayan laboratuvar yöntemi, fiziksel yetersizlikler ve maddi sorunlar gibi nedenlerden dolayı yeterince uygulanamamaktadır. Okullarda tam teçhizatlı laboratuvarların kurulmasının oldukça maliyetli bir iş olması, aynı zamanda bu laboratuvarların her öğrencinin faydalanabileceği şekilde hazır bulundurulmaları zamanlama açısından sorun olmaktadır (Daşdemir ve Doymuş, 2012a). Bu sorunlara çözüm olması amacıyla, fen bilimleri dersi öğretimi için gerekli deneyler ve gözlemler bilgisayar ortamına aktarılarak, bilgisayarda sanal fen bilimleri laboratuvarı kurulabilir (Daşdemir ve Doymuş, 2012b; 2013; Doymuş vd., 2009). Böylelikle öğrenciler deney ve gözlemlerini okulda daha güvenli ve eğlenceli bir şekilde yapma imkanı bulurken, evde tek başlarına da bu deneyleri tekrarlama imkanı bulabilirler (Tekdal, 2002; Güvercin, 2010; Daşdemir, 2012a; 2013a). Sanal laboratuvar ya da bilgisayar animasyon programlarının kullanılması gerçek laboratuvar ortamında karşılaşılan sorunların bir kısmını ortadan kaldırıp, öğrenme-öğretme süreçlerinin amaçlarına ulaşılmasında olumlu katkılar sağlamaktadır (Kıyıcı ve Yumuşak, 2005). Ayrıca öğrencilerin çok zor koşullar altında, pahalı ve zaman kaybına neden olacak deneyleri ve işlemleri yapmalarını kolaylaştırmada bilgisayar animasyonlarının kullanılması özel bir öneme sahiptir (Tekdal 2002; Güvercin, 2010; Daşdemir vd., 2008; Daşdemir ve Doymuş, 2012c; Doymuş vd., 2009).

Yapılan çalışmalarda, eğitimde animasyon kullanımının öğrencilerin derse karşı tutum ve akademik başarılarında kayda değer artışlar olduğu öne sürülmektedir (Çepni vd., 2006; Katırcıoğlu ve Kazancı, 2003; Powel-Aeby ve Carpenter-Aeby, 2003; Rowe ve Gregor, 1999). Yine yurt dışında yapılan birçok araştırma, animasyon destekli öğretimin özellikle biyoloji, kimya, fizik, yabancı dil ve elektrik-elektronik eğitiminde diğer yöntemlerden daha fazla etkili olduğunu, öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığını,

öğrenmelerine olumlu katkı sağladığını ve bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine yardımcı olduğunu saptamıştır (Bosco, 1986; Fletcher, 1990; Khalili ve Shashaani, 1994; Kulik vd., 1980, 1983, 1985, 1986; Reid ve Serumola, 2007; Al-Ahmadi, 2008; Al-Ahmadi ve Oraif, 2009; Karaca, 2010; Karaçöp, 2010; Daşdemir ve Doymuş, 2012c).

Eğitimde kullanılan animasyonların öğrencilerin derse karşı tutum ve akademik başarılarında kayda değer artış sağlamasının yanı sıra güvenlik, zamanı hızlandırıp yavaşlatabilme, olayı tekrar tekrar izleyebilme, çok seyrek görülen olayları inceleme, karmaşık sistemleri basitleştirme, kullanışlı ve ucuz olma, motivasyon sağlama gibi birçok katkı sağladığı ortaya konmuştur (Güvercin, 2010; Tekdal, 2002). Bu nedenle dünyanın çeşitli ülkelerindeki okullarda animasyon kullanımı yaygınlaşmıştır (Daşdemir vd., 2012). Ülkemizde fen bilimleri dersinde animasyon kullanımı FATİH (Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi) projesi kapsamında artmaktadır. Bu proje kapsamında çeşitli fen kavramlarını kavratmaya yönelik animasyon, sanal deney ve oyun uygulamaları yapımına ve derslerde kullanımına ağırlık verilmiştir. Fen konularıyla ilgili hazırlanan çeşitli animasyonlar sınıflarda akıllı tahtalarda izlenebilmekte, EBA (Eğitim Bilişim Ağı) sayesinde de bu animasyon ve uygulamalara öğrenciler ev ortamlarında da ulaşabilmekte ve tekrar izleyebilmektedirler. Son zamanlarda bu konuda yapılan artan çalışmalara rağmen, animasyon destekli eğitim yazılımlarının yeterli olmaması, animasyonların birçoğunun Türkçe olmaması ve fen bilimleri dersinde animasyon kullanımı ile ilgili yeteri kadar çalışma yapılmamasından dolayı bu alanda hala önemli bir boşluk bulunmaktadır (Güvercin, 2010; Daşdemir, 2012b; 2013a). Fen bilimleri alanında hazırlanacak çeşitli animasyon ve uygulamalarla bu konuda gelişme sağlanabilir.

### **2.15.3. Fen Bilimleri Dersinde Animasyon Kullanımının Etkisinin Araştırıldığı Çalışmalar**

Yapılan literatür taraması sonucunda, özellikle fizik, kimya ve biyoloji alanlarına ait kavramların öğretimi sırasında animasyonların, kavramsal gelişime ve kavram yanılgılarının giderilmesine etkisinin araştırıldığı pek çok çalışmaya rastlanmıştır. Fen bilimleri dersinde yer alan konuların öğretimi sırasında animasyonların kullanılmasının, öğrencilerin akademik başarısına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına, bilimsel süreç



becerilerine ve kavram yanılgılarının giderilmesine etkisinin incelendiği birçok ulusal çalışma bulunmaktadır. Örneğin fen bilimleri konularından olan, kuvvet ve hareket (Ayvacı, Abdüsselam ve Abdüsselam, 2012; Daşdemir ve Doymuş, 2012b); elektrik (Daşdemir ve Doymuş, 2012a); ışık (Koç Şimşek ve Has, 2013); vücudumuzdaki sistemler (Daşdemir, Uzoğlu ve Cengiz, 2012; Daşdemir, 2012b); maddenin yapısı ve özellikleri (Daşdemir ve Doymuş, 2013); maddenin halleri (Doymuş, Şimşek ve Karaçöp, 2009); elektrokimya ve kimyasal bağlar (Karaçöp, 2010); asit-baz (Daşdemir, Doymuş, Ümit ve Karaçöp, 2008); kimyasal reaksiyon hızları (Kolomuç, 2009); konularının öğretimi sırasında animasyon kullanımının, öğrencilerin akademik başarısına ve kavram yanılgılarının giderilmesine etkisi araştırılmıştır.

Ayrıca genel anlamda fen bilimleri dersinde animasyon kullanmanın, öğrencilerin akademik başarısına, edinilen bilgilerin kalıcılığına, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelendiği çalışmalara; Daşdemir (2006); Daşdemir (2012a); Daşdemir ve Doymuş (2012c); Daşdemir (2013a); Daşdemir (2013b); Daşdemir (2016); Arıcı ve Dalkılıç (2006); Ertuğrul Akyol, Kahyaoğlu ve Köksal (2017); Karaca (2010); Karaçöp, Doymuş, Doğan ve Koç (2009); Arıcı ve Dalkılıç (2006); Large (1996); Laybourne (1998); Lowe (2003); Rieber (1990a); Rieber (1990b) örnek gösterilebilir.

Animasyon tekniğinin kullanıldığı eğitim yazılımları, öğretilmek istenen soyut kavramların somutlaştırılmasına yardımcı olmaktadır. Bu sayede öğrenci için zengin bir öğrenme ortamı oluşturulmakta ve öğrencinin zihninde canlandırma sırasında yaşadığı güçlükler ortadan kaldırılabilmektedir (Karaçöp ve diğ., 2009; Emrahoğlu ve Bülbül, 2010; Aslan Efe, 2015). Yapılan literatür araştırması sonucunda, fizik, kimya ve biyoloji alanlarındaki farklı konuların öğretimi sırasında animasyon destekli öğretim tekniğinden yararlanan çeşitli araştırmalara rastlanmıştır. Örneğin, Çakır (1999) ve Erişen vd. (2002) yaptıkları çalışmalarında, biyoloji dersinde yer alan alyuvarların hücrelere oksijen taşıması olayını öğrencilere, bir senaryo çerçevesinde çizgi film ile aktarmışlardır. Emrahoğlu ve Bülbül (2010) ise yaptıkları çalışmalarında, ortaöğretim dokuzuncu sınıf öğrencilerine, fizik dersinde yer alan "optik" konusunun öğretiminde animasyonlardan ve simülasyonlardan yararlanmanın, öğrencilerin akademik başarısına ve bilginin kalıcılığına etkisini araştırmışlardır.

Güvercin (2010)'e göre, fen bilimleri dersinde animasyon kullanılması, öğrencilerin öğrenme süreçlerinin devamlılığını sağladığı, eksik öğrenmelerin belirlenmesine ve giderilmesine yardımcı olduğu, sık tekrar edilebilme özelliği sağladığından dolayı fen bilimleri dersinde yer alan ünitelerin öğrenilmesinde katkı sağlamaktadır. Literatürde rastlanan pek çok araştırma da bu yargıyı destekler niteliktedir. Örneğin Aslan Efe (2015); Arıcı ve Dalkılıç (2006); Evrekli ve Balım (2015); Emrahoğlu ve Bülbül (2010); Sanger, Brecheisen, & Hynek (2001); Yang, Andre, & Greenbowe (2003); Yılmaz ve Tezcan (2003); Özmen ve Kolomuç (2004); Öztürk Ürek ve Tarhan (2005); Talib, Matthews, & Secombe (2005); Aydoğdu (2006); Pektaş, Türkmen ve Solak (2006); Özmen (2008); Frailich, Kesner, & Hofstein (2009); Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu (2009); Karaçöp ve diğ. (2009) yaptıkları çalışmalarında, animasyon destekli öğretim yönteminin, öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Pekdağ (2010)'ın uluslararası çalışmaları derlediği makalesinde, kimyasal kavramların öğretimi ve alternatif kavramların giderilmesi amacıyla animasyonlardan yararlanılan çalışmalara ve onların bulgularına yer vermiştir. Bu araştırmaya göre, Sanger ve Greenbowe (1997), tuz köprüleri ve elektrokimyasal piller; Burke, Greenbowe ve Windschitl (1998), sulu çözeltiler; Williamson ve Abraham (1995), maddenin tanecikli yapısı; Handal, Leiner, Gonzalez ve Rogel (1999), periyodik tablo; Own ve Wong (2000), asit-baz; Ebenezer (2001), su içerisinde yemek tuzunun çözünmesi; Yang, Andre, Greenbowe ve Tibell (2003), elektrokimya; Coleman ve Fedosky (2006) kimyasal denge konusunda; Kelly ve Jones (2007) ise sodyum klorürün çözünmesi konusunda, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesinde animasyonun etkisini incelemişlerdir. Yukarıda sıralanan çalışmaların ortak sonucu, animasyonların, öğrencilerin anlamakta zorlandıkları soyut içerikli konuları anlamalarına ve kavram yanlışlarını gidermelerine yardımcı oldukları yönündedir.

## BÖLÜM III: YÖNTEM

### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, araştırmanın hipotezlerini test etmek amacıyla yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel desenler, dışsal değişkenlerin kontrol altına alındığı, bağımlı değişkenler üzerinde ölçme yapılan ve değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini bulmayı amaçlayan araştırma desenleridir (Büyüköztürk, 2001). Araştırma, uygulamanın yapıldığı okuldaki 7. sınıf öğrencilerinden deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup oluşturularak yapılmıştır. Deney ve kontrol grubunu oluşturan şubeler rastgele atanmıştır. Deney ve kontrol gruplarına ön test-son test uygulaması yapılarak veriler toplanmıştır.

Bu araştırmada, ortaokul öğrencilerinin 'Kuvvet ve Hareket' konusundaki kavram yanılgılarını ontolojik temelde belirlemek ve bu kavram yanılgılarının giderilmesinde animasyon destekli öğretimin etkisini belirlemek amacıyla ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen uygulanmıştır. Animasyon destekli öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisi ve kavramların doğru anlamlandırılarak, kavram yanılgılarının giderilmesine olan etkisi de araştırılan diğer konular arasındadır. Ayrıca çalışmadan önce ve sonra öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının ontolojik temelini belirlemek amacıyla hazırlanan iki aşamalı kavram testinden elde edilen veriler çalışmanın nitel kısmını oluşturmaktadır. Araştırma deseni Tablo 3.1.'de verilmiştir.

**Tablo 3.1. Araştırma Deseni**

Gruplar	Ön testler	Öğretim Yöntemi	Son testler
<b>Deney Grubu</b>	Başarı testi Kavram Testi	Animasyon Destekli Öğretim	Başarı Testi Kavram Testi
<b>Kontrol Grubu</b>	Başarı Testi Kavram Testi	Geleneksel Öğretim	Başarı Testi Kavram Testi

İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin 'Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'ne verdikleri cevaplar doğrultusunda, 'Kuvvet ve Hareket' konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenmiş, bu yanılgılar ontolojik açıdan değerlendirilerek, yanılgıların kaynağına inilmiş ve hangi kategoriye yanlış yerleştirmeden

kaynaklandıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin KHKKT'nin her sorusuna verdikleri cevaplar neticesinde belirlenen kavram yanlışları ontolojik kategorilere yerleştirilmiş, bu yanlışların giderilme oranları hesaplanmış ve son olarak da yanal ve üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarının giderilme oranları karşılaştırılmıştır.

### **3.1.1. Kontrol Grubunda Öğretim Yöntemi**

Kontrol grubuyla ortaokul 7. sınıf 'Kuvvet ve Hareket' ünitesi geleneksel öğretim (mevcut eğitim) yöntemleriyle işlenmiştir. Kontrol grubunda dersler, öğretmenin liderliğinde düz anlatım, soru-cevap, tartışma, örnek olay incelemesi gibi yöntemler kullanılarak işlenmiştir. Kuvvet ve Hareket konusunun öğretim süreci, ortaokul yedinci sınıf Fen Bilimleri dersi öğretim programına uygun olarak ve ders kitabında yer alan etkinlikleri takip ederek gerçekleşmiştir. Öğretim öncesinde ön test, sonrasında ise son test uygulanmıştır. Öğretim öncesi ve öğretim sonrası yapılacak ön test-son test uygulamalarında, öğrenme düzeylerindeki farklılığı ölçmek amacıyla başarı testi (KHKBT), kavram yanlışlarındaki farklılığı ölçmek amacıyla da kavram testi (KHKKT) uygulanmıştır. İlköğretim 7. sınıf Fen Bilimleri dersi 'Kuvvet ve Hareket' ünitesinin işlenmesi için ayrılan süre 24 ders saatidir.

### **3.1.2. Deney Grubunda Öğretim Yöntemi**

Deney grubunda ortaokul 7. sınıf 'Kuvvet ve Hareket' ünitesi bilgisayar animasyonu destekli öğretim yöntemi ile işlenmiştir. Deney grubunda uygulanmak üzere araştırmacı tarafından geliştirilen animasyonların, öğrencilerde sıklıkla rastlanan kavram yanlışlarını irdeleyerek, bu yanlışları giderebilecek nitelikte olmasına özen gösterilmiştir. Animasyonlarda öğrenciler bazı değişkenleri değiştirerek, sonuçlarını anında gözlemleyebilmişlerdir. Bu şekilde öğrencilerin özellikle soyut kavramları zihinlerinde daha kolay canlandırarak anlamlandırabilmeleri ve kavram yanlışlarını giderebilmeleri amaçlanmıştır.

Deney grubuna da öğretimden önce ön test, öğretimden sonra da son test uygulanmıştır. Öğretimden önce öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları bilgi ve kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla ön test başarı ve kavram testi uygulanmıştır. İki aşamalı kavram testi ile öğrencilerin kavram yanlışlarının sebebinin hangi ontolojik

kategorilere yanlış yerleştirmeden kaynaklandığını belirlemek amaçlanmıştır. Öğretimden sonra yapılacak son test ile de animasyonun öğrencilerin başarısına olan etkisi ve kavramların doğru ontolojik kategoriye yerleştirilmesine, böylelikle kavram yanlışlarının giderilmesine olan etkisi saptanmıştır. Uygulanan ölçekler ile birlikte uygulamanın 24 ders saati içinde tamamlanması hedeflenmiştir.

### 3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2015-2016 eğitim-öğretim yılında, İstanbul'da bulunan bir devlet ortaokulunda öğrenim görmekte olan 7. sınıf öğrencilerinden rastgele seçilmiş iki sınıf oluşturmuştur. Kontrol ve deney gruplarının her ikisinde de 26'şar öğrenci bulunmaktadır. Çalışmaya 20'si kız, 32'si erkek olmak üzere toplam 52 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışmada uygulanan öğrenme ve öğretme yaklaşımının dışındaki diğer değişkenlerin sabit tutulması amacıyla, çalışmaya katılan her iki grubun da Fen Bilimleri öğretmeninin aynı olmasına dikkat edilmiştir. 7. sınıflarda 'Kuvvet ve Hareket' ünitesi haftada 4'er ders saati olmak üzere, toplam 6 haftada işlenmiştir.

**Tablo 3.2. Kontrol ve Deney Gruplarındaki Öğrenci Sayıları ve Kız-Erkek Öğrenci Dağılımı**

Çalışma Grubu	Kız Öğrenci Sayısı	Erkek Öğrenci Sayısı	Toplam Öğrenci Sayısı
<b>Kontrol Grubu</b>	9	17	26
<b>Deney Grubu</b>	11	15	26

**Tablo 3.3. Kontrol ve Deney Grubundaki Öğrencilerin Çalışma Günleri ve Saatleri**

Çalışma Grubu	Ders Günü	Ders Saati Sayısı
<b>Kontrol Grubu</b>	Pazartesi	2 Ders
	Çarşamba	2 Ders
<b>Deney Grubu</b>	Salı	2 Ders
	Perşembe	2 Ders

### 3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma kapsamında öğrencilerden veri toplamak için kullanılacak ölçme araçları şunlardır:

- Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi
- Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi

#### 3.3.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi

Öğrencilerin 'Kuvvet ve Hareket' ünitesi ile ilgili öğrenme düzeylerinde bir farklılığın olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ünitenin başında ve sonunda bir madde kökünden, üçü çeldirici biri doğru cevap olmak üzere dört seçenekten oluşan çoktan seçmeli 'Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi' uygulanmıştır. Akademik başarı testi ortaokul yedinci sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki 'Kuvvet ve Hareket' ünitesinin amaçları ve ünite kazanımlarına uygun olarak araştırmacı tarafından hazırlanmıştır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nde yer alabilecek bütün sorular ilk aşamada bir soru havuzunda toplanmıştır. Bu soru havuzunda yedinci sınıf seviyesine uygun olarak belirlenmiş kuvvet - iş - enerji ilişkisi, potansiyel enerji, kinetik enerji, mekanik enerji, enerjinin korunumu, sürtünme kuvveti, sürtünme kuvveti - kinetik enerji ilişkisi, yayların özellikleri, yaylarda depolanan enerji, basit makineler ile ilgili sorular yer almaktadır. Soruların bir kısmı araştırmacı tarafından geliştirilmiş olup, bir kısmı da TEOG (Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş) Sınavı, Seviye Belirleme Sınavı, Devlet Parasız Yatılılık ve Bursluluk Sınavı'nda sorulmuş sorulardan, Fen Bilgisi Okul Kitaplarında ve çeşitli Fen Bilgisi kitaplarında yer alan sorulardan seçilmiş ve bunlar oluşturulan soru havuzunda toplanmıştır. Ayrıca bu alanda yapılan doktora ve yüksek lisans tezleri de incelenmiş ve tezlerde kullanılan sorular da soru havuzuna eklenmiştir. Yaklaşık 500 adet sorunun bulunduğu soru havuzundaki sorulardan 47 tanesi uzman görüşü alınarak araştırmacı tarafından seçilmiş ve "Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi" oluşturulmuştur.

Testin kapsam geçerliliğinin sağlanması amacıyla uzman görüşüne başvurulmuştur. Testin kapsam geçerliliğinin sağlanması için dört öğretim üyesinin ve mesleki

deneyimleri beş ile yirmi yıl arasında değişen beş Fen Bilimleri öğretmeninin görüşleri alınmıştır. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testinde uzman görüşleri doğrultusunda bazı düzeltmeler yapıldıktan sonra, 2015-2016 eğitim-öğretim yılında 115 yedinci sınıf öğrencisine pilot çalışma olarak uygulanmıştır. Testin pilot uygulaması yapıldıktan sonra, öğrencilerden elde edilen veriler doğrultusunda test maddelerinin güçlük ve ayırt edicilik indeksleri ile KR-20 ve Cronbach's Alpha katsayıları hesaplanmıştır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi çoktan seçmeli 47 sorudan oluşmuştur ve öğrenciler verdikleri doğru cevap sayısına göre puan almışlardır. Verilen yanlış cevapların ise toplam puana bir etkisi olmamıştır. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi puanlaması Tablo 3.4'te verilmiştir.

**Tablo 3.4. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi Puanlama Cetveli**

Sorunun Cevaplanma Durumu (Doğru/Yanlış/Boş)	Puan
Doğru Yanıtlanan Cevap	1
Yanlış Yanıtlanan Cevap	0
Boş Bırakılan Cevap	0

Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nin güçlük indeksi, ayırt edicilik indeksi ve Cronbach Alpha değerlerini hesaplayabilmek için 115 öğrencinin 47 soruluk teste verdikleri cevaplar incelenmiş ve puanlanmıştır. Öğrenciler aldıkları puanlara göre en yüksek olandan en düşük olana doğru sıralanmıştır. Öğrencilerin her soruya verdikleri cevaplar ve aldıkları toplam puanlar Excel sayfasına eklenmiştir. Daha sonra Excel ve SPSS programlarının yardımıyla testteki her madde için güçlük ve ayırt edicilik indeksleri ile testin Cronbach Alpha değeri hesaplanmıştır.

Testte yer alan soruların güçlük indekslerini hesaplayabilmek için aşağıdaki formül kullanılmıştır. Bu formülde yer alan  $P_i$  güçlük indeksini,  $N_d$  soruyu doğru cevaplayanların sayısını,  $N$  ise tüm cevaplayıcıların sayısını ifade etmektedir.

$$P_i = \frac{N_d}{N}$$

Maddenin güçlük indeksi 1,00'e yaklaştıkça sorunun kolaylaştığı, 0,00'a yaklaştıkça da sorunun zorlaştığı sonucuna varılabilir. Soruların orta güçlükte olması yani 0,50 civarında olması istenilen bir düzeydir. Maddenin güçlük indeksi 0,29 ve altında olan maddeler zor, 0,30 ve 0,49 arasında olan maddeler orta güçlükte, 0,50 ve 0,69 arasında olan maddeler kolay, 0,70 ve 1,00 arasında olan maddeler ise çok kolay olarak değerlendirilebilir.

Soruların ayırt edicilik indekslerini hesaplayabilmek için öğrencilerin aldıkları puanlar en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. Daha sonra uygulamaya katılan öğrencilerin %27'si hesaplanmış ve 115 öğrencinin %27'si 31 olarak bulunmuştur. Testin üst ve alt grubunu belirleyebilmek için puan sırasına göre sıralanan öğrencilerden en yüksek alan 31 kişi ve en düşük alan 31 kişi belirlenmiştir. Soruların ayırt edicilik indekslerini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$R_{jx} = \frac{N(dü) - N(da)}{N}$$

Bu formüldeki  $R_{jx}$  maddenin ayırt edicilik indeksini,  $N(dü)$  maddeyi üst gruptakilerden doğru cevaplayanların sayısını,  $N(da)$  maddeyi alt gruptakilerden doğru cevaplayanların sayısını,  $N$  ise üst veya alt gruptan herhangi birisindeki birey sayısını ifade etmektedir.

Madde seçiminde ayırt edicilik için kesin bir sınır belirtilmemekle birlikte, ayırt edicilik indeksi 0,19 ve daha küçük olan maddelerin çok zayıf olduğu ve testten çıkarılması gerektiği, 0,20 ve 0,29 arasındaki maddelerin düzeltilmesi ve geliştirilmesi gerektiği, 0,30 ve 0,39 arasındaki maddelerin oldukça iyi madde olduğu, yine de geliştirilebilir nitelikte olduğu, 0,40 ve daha büyük maddelerin ise çok iyi madde oldukları genel olarak kabul edilen bir görüştür. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nde yer alan her bir maddenin güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Tablo 3.5'te verilmiştir.



**Tablo 3.5. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi Sorularının Güçlük İndeksleri ile Ayırt Edicilik İndeksleri**

Soru Numarası	Güçlük İndeksi	Ayırt Edicilik İndeksi
1	0,93	0,23
2	0,94	0,23
3	0,81	0,35
4	0,75	0,32
5	0,78	0,32
6	0,63	0,55
7	0,62	0,58
8	0,69	0,29
9	0,53	0,55
10	0,46	0,61
11	0,39	0,48
12	0,51	0,39
13	0,65	0,61
14	0,59	0,42
15	0,54	0,58
16	0,50	0,48
17	0,47	0,58
18	0,40	0,35
19	0,41	0,32
20	0,53	0,35
21	0,64	0,55
22	0,52	0,58
23	0,47	0,77
24	0,43	0,35
25	0,43	0,55
26	0,57	0,71
27	0,51	0,52
28	0,52	0,68
29	0,53	0,52
30	0,55	0,48
31	0,47	0,74
32	0,27	0,29
33	0,37	0,52
34	0,41	0,45
35	0,53	0,61

Soru Numarası	Güçlük İndeksi	Ayrt Edicilik İndeksi
36	0,37	0,32
<b>37</b>	0,30	<b>0,10</b>
38	0,22	0,23
39	0,37	0,52
40	0,35	0,52
<b>41</b>	0,30	<b>0,10</b>
42	0,32	0,65
<b>43</b>	0,16	<b>0,06</b>
44	0,37	0,32
45	0,31	0,29
46	0,30	0,23
<b>47</b>	0,27	<b>-0,13</b>

Tablo 3.5 incelendiğinde, Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nde bulunan en kolay maddelerin 1, 2, 3, 4, 5 numaralı sorular, kolay maddelerin 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 29, 30, 35 numaralı sorular, orta güçlükteki maddelerin 10, 11, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46 numaralı sorular, zor olan maddelerin ise 32, 38, 43 ve 47 numaralı sorular olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin 'Kuvvet ve Hareket' konusundaki öğrenme düzeylerindeki farklılığı geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçmek için, testte bulunan sorulardan ayırt ediciliği 0,20'nin altında olan, özellikle negatif değerde olan soruların testten çıkarılması gerekir. Bu sebeple Tablo 3.5 incelenmiş ve ayırt edicilik indeksi 0,20'nin altında olan maddelerin 37, 41, 43 ve 47 numaralı sorular olduğu belirlenmiş ve bu soruların Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nden çıkarılmasına karar verilmiştir. Başlangıçta 47 sorudan oluşan bu test 4 sorunun çıkarılması ile kalan 43 soru ile uygulamaya devam edilmiştir. Kalan 43 sorunun ayırt edicilik indeksleri 0,23 ile 0,77 arasında değişmektedir.

**Tablo 3.6. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi Sorularının Cronbach's Alpha Katsayısı İçin Madde Analizi**

Soru Numarası	Soru Çıkarıldığında Ortalama	Soru-Test Korelasyonu	Soru Çıkarıldığında Cronbach's Alpha Katsayısı
1	22,03	,333	,860
2	22,03	,331	,860
3	22,16	,316	,859
4	22,22	,218	,861
5	22,18	,329	,859
6	22,34	,380	,858
7	22,35	,386	,858
8	22,28	,166	,862
9	22,43	,330	,859
10	22,50	,372	,858
11	22,57	,330	,859
12	22,45	,309	,859
13	22,31	,499	,856
14	22,37	,265	,860
15	22,43	,475	,856
16	22,47	,391	,858
17	22,50	,394	,857
18	22,57	,231	,861
19	22,56	,225	,861
20	22,43	,236	,861
21	22,32	,373	,858
22	22,44	,428	,857
23	22,50	,533	,855
24	22,53	,291	,860
25	22,53	,425	,857
26	22,40	,499	,855
27	22,45	,376	,858
28	22,44	,483	,856
29	22,43	,363	,858

Soru Numarası	Soru Çıkarıldığında Ortalama	Soru-Test Korelasyonu	Soru Çıkarıldığında Cronbach's Alpha Katsayısı
30	22,42	,266	,860
31	22,50	,503	,855
32	22,70	,199	,861
33	22,59	,461	,856
34	22,56	,331	,859
35	22,43	,449	,856
36	22,59	,269	,860
37	22,67	,055	,864
38	22,76	,148	,862
39	22,59	,384	,858
40	22,62	,418	,857
41	22,67	,064	,864
42	22,64	,513	,855
43	22,81	,034	,863
44	22,61	,280	,860
45	22,65	,183	,862
46	22,67	,138	,862
47	22,70	-,136	,867

Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nin 47 soruluk halinin güvenilirliğinin belirlenebilmesi için SPSS programında Cronbach's Alpha katsayısı hesaplanmış ve bu değer 0,862 olarak bulunmuştur. Tablo 3.6. incelendiğinde, 37, 41, 43 ve 47 numaralı sorular çıkarıldığında testin Cronbach's Alpha değerinin 0,862'den daha büyük olacağı görülmüştür. Bu dört soru aynı zamanda ayırt edicilik indeksleri en düşük sorular olduğundan, bu soruların testten çıkarılması uygun bulunmuştur. Bu sorular çıkarıldıktan sonra kalan 43 sorudan oluşan Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nin Cronbach's Alpha katsayısı 0,873 olarak hesaplanmış ve test sorularının madde analizi Tablo 3.7'de yapılmıştır.

**Tablo 3.7. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nde Belirlenen Sorular Çıkarıldıktan Sonra (37,41,43,47) Cronbach's Alpha Katsayısı İçin Madde Analizi**

Soru Numarası	Soru Çıkarıldığında Ortalama	Soru-Test Korelasyonu	Soru Çıkarıldığında Cronbach's Alpha Katsayısı
1	21,02	,352	,871
2	21,01	,337	,871
3	21,14	,334	,870
4	21,20	,221	,872
5	21,17	,333	,870
6	21,32	,385	,869
7	21,33	,401	,869
8	21,26	,165	,873
9	21,42	,325	,871
10	21,49	,363	,870
11	21,56	,329	,871
12	21,43	,320	,871
13	21,30	,506	,867
14	21,36	,265	,872
15	21,41	,467	,868
16	21,45	,378	,870
17	21,48	,397	,869
18	21,55	,248	,872
19	21,54	,244	,872
20	21,42	,238	,872
21	21,30	,386	,869
22	21,43	,431	,869
23	21,48	,532	,867
24	21,51	,300	,871
25	21,51	,428	,869
26	21,38	,496	,867
27	21,43	,385	,869
28	21,43	,488	,867
29	21,42	,362	,870
30	21,40	,271	,872

Soru Numarası	Soru Çıkarıldığında Ortalama	Soru-Test Korelasyonu	Soru Çıkarıldığında Cronbach's Alpha Katsayısı
31	21,48	,518	,867
32	21,68	,192	,873
33	21,57	,447	,868
34	21,54	,315	,871
35	21,42	,448	,868
36	21,57	,245	,872
37	21,74	,142	,873
38	21,57	,370	,870
39	21,60	,425	,869
40	21,63	,521	,867
41	21,59	,260	,872
42	21,63	,196	,873
43	21,65	,150	,874

Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nin 47 soruluk halinin güvenilirliği bir kez de Kuder-Richardson 20 (KR-20) formülü kullanılarak belirlenmiştir. Kuder-Richardson 20 formülü aşağıda görülmektedir:

$$KR-20 = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum p_i (1-p_i)}{S_x^2} \right]$$

$p_i$  = Madde güçlük indeksi

$K$  = Testteki madde sayısı

$S_x^2$  = Testi varyansı

Formül kullanılarak, 47 soruluk Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nin KR-20 değeri 0,862 olarak hesaplanmıştır. Testten 37, 41, 43 ve 47. soruların çıkarılmasıyla elde edilen 43 soruluk hali için hesaplanan KR-20 değeri ise 0,873 olarak hesaplanmıştır. Ayırt edicilik indeksi düşük olan soruların çıkarılmasıyla elde edilen testin KR-20 güvenilirlik katsayısı yükselmiştir.

Yapılan bu çalışmaların ardından, öğrencilerin Kuvvet ve Hareket konusu ile ilgili öğrenme düzeylerinde anlamlı bir farklılık olup olmadığını ölçmek için kullanılabilir

geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı oluşturulmuştur. KHKB'T'nde yer alan soruların, Kuvvet ve Hareket konusu ile ilgili öğretim programında yer alan hangi kazanımları ölçmeyi amaçladığı Tablo 3.8'de gösterilmektedir. Çalışmada kullanılan Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi Ek 1'de sunulmuştur.

**Tablo 3.8. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'ndeki Soruların Konu Kazanımları**

<b>Kuvvet ve Hareket Konusu Kazanımları</b>	<b>Soru Numarası</b>
<b>1. Sarmal yayların özellikleri ile ilgili olarak öğrenciler;</b>	
1.1. Yayların esneklik özelliği gösterdiğini gözlemler.	1,2,12
1.2. Bir yayı sıkıştıran veya geren cisme, yayın eşit büyüklükte ve zıt yönde bir kuvvet uyguladığını belirtir.	11
1.3. Bir yayı geren veya sıkıştıran kuvvetin artması durumunda yayın uyguladığı kuvvetin de arttığını fark eder.	
1.4. Bir yayın esneklik özelliğini kaybedebileceğini keşfeder.	
1.5. Yayların özelliklerini kullanarak bir dinamometre tasarlar ve yapar.	5,6,8,10
<b>2. Kuvvet, iş ve enerji ile ilgili olarak öğrenciler;</b>	
2.1. Kuvvet, iş ve enerji arasındaki ilişkiyi araştırır.	30,31,43
2.2. Fiziksel anlamda işi tanımlar ve birimini belirtir.	28,29,30,31,43
2.3. Bir cisme hareket doğrultusuna dik olarak etki eden kuvvetin, fiziksel anlamda iş yapmadığını ifade eder.	29,30,31,43
2.4. Enerjiyi iş yapabilme yeteneği olarak tanımlar.	14,43
2.5. Hareketli cisimlerin kinetik enerjiye sahip olduğunu fark eder.	9,13,15,16,17,18,22,26, 32,33,34,38,40,42
2.6. Kinetik enerjinin sürat ve kütle ile olan ilişkisini keşfeder.	14,15,16,17,18,19,20,21, 22,32,33,34,38,40,42
2.7. Cisimlerin konumları nedeniyle çekim potansiyel enerjisine sahip olduğunu belirtir.	4,14,16,17,22,23,24,26, 32,33,34,38,40,42,43
2.8. Çekim potansiyel enerjisinin cismin ağırlığına ve yüksekliğine bağlı olduğunu keşfeder.	16,17,22,24,25,27, 32,33,34,38,40,42
<b>Kuvvet ve Hareket Konusu Kazanımları</b>	
2.9. Bazı cisimlerin esneklik özelliği nedeni ile esneklik potansiyel enerjisine sahip olabileceğini belirtir.	3,9
2.10. Sıkıştırılmış veya gerilmiş bir yayın esneklik potansiyel enerjisine sahip olduğunu fark eder.	9

2.11. Yayın esneklik potansiyel enerjisinin yayın sıkışma (veya gerilme) miktarı ve yayın esneklik özelliğine bağlı olduğunu keşfeder.	
2.12. Potansiyel ve kinetik enerjilerin birbirine dönüşebileceğini örneklerle açıklar.	9
2.13. Enerji dönüşümlerinden hareketle, enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.	32,33,34,38,40,42
2.14. Çeşitli enerji türlerini araştırır ve bunlar arasındaki dönüşümlere örnekler verir.	9,14,32,33,34,38,40,42

---

### 3. Basit makineler ile ilgili olarak öğrenciler;

---

3.1. Bir kuvvetin yönünün nasıl değiştirilebileceği hakkında tahminlerde bulunur ve tahminlerini test eder.	35,36,37
3.2. Bir kuvvetin yönünü ve/veya büyüklüğünü değiştirmek için kullanılan araçları basit makineler olarak isimlendirir.	35,36,37
3.3. Basit makine kullanarak uygulanan “giriş” kuvvetinden daha büyük bir “çıkış” kuvveti elde edilebileceğini fark eder.	35,36,37
3.4. Bir işi yaparken basit makine kullanmanın enerji tasarrufu sağlamayacağını, sadece iş yapma kolaylığı sağlayacağını belirtir.	36,37
3.5. Belirli bir giriş kuvvetini, en az üç basit makineden oluşan bir bileşik makineye uygulayarak çıkış kuvvetinin büyüklüğünü artıracak bir tasarım yapar.	
3.6. Farklı basit makine çeşitlerini araştırarak basit makinelerin geçmişte ve günümüzde insanlığa sunduğu yararları değerlendirir.	
3.7. Tasarladığı bileşik makinenin uzun süre kullanıldığında, en çok hangi kısımlarının ne şekilde aşınacağını tahmin eder.	

---

### 4. Sürtünme kuvvetinin enerji kaybına yol açması ile ilgili olarak öğrenciler;

---

4.1. Sürtünen yüzeylerin ısındığını deneylerle gösterir.	41
4.2. Sürtünme kuvvetinin, kinetik enerjide bir azalmaya sebep olacağını fark eder.	39,41
4.3. Kinetik enerjideki azalmayı enerji dönüşümüyle açıklar.	41

---

### Kuvvet ve Hareket Konusu Kazanımları

---

### Soru Numarası

---

4.4. Hava ve su direncinin de kinetik enerjide bir azalmaya neden olacağı genellemesini yapar.	
4.5. Sürtünme kuvvetinin az veya çok olmasının gerekli olduğu yerleri araştırır ve sunar.	39,41

---



### 3.3.2. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi

Öğrencilerin ortaokul yedinci sınıf Fen ve Teknoloji dersi 'Kuvvet ve Hareket' ünitesi ile ilgili kavram öğrenme düzeylerinde anlamlı bir farklılığın olup olmadığının belirlenmesi amacıyla 'Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi' uygulanmıştır.

Bu araştırmada öğrencilerin 'Kuvvet ve Hareket' ünitesi ile ilgili kavram yanlışlarını açığa çıkarmak için, araştırmacı tarafından hazırlanmış olan iki aşamalı çoktan seçmeli kavram testi uygulanmıştır. Öğrencilerin kavram yanlışlarındaki değişikliği saptamak için bu test öğretim öncesinde ve öğretim sonrasında uygulanmıştır. Kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla hazırlanan iki aşamalı diagnostik yani teşhis testleri Treagust (1988) tarafından eğitim araştırmalarına kazandırılmıştır. Treagust (1988), bu testlerin geliştirilebilmesi için; içeriğin tespit edilmesi, öğrencilerin yanlış anlamaları hakkında bilgi edinilmesi ve teşhis testinin geliştirilmesi olmak üzere üç ana başlık altında toplam on basamaktan oluşan bir yöntem önermiştir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003).

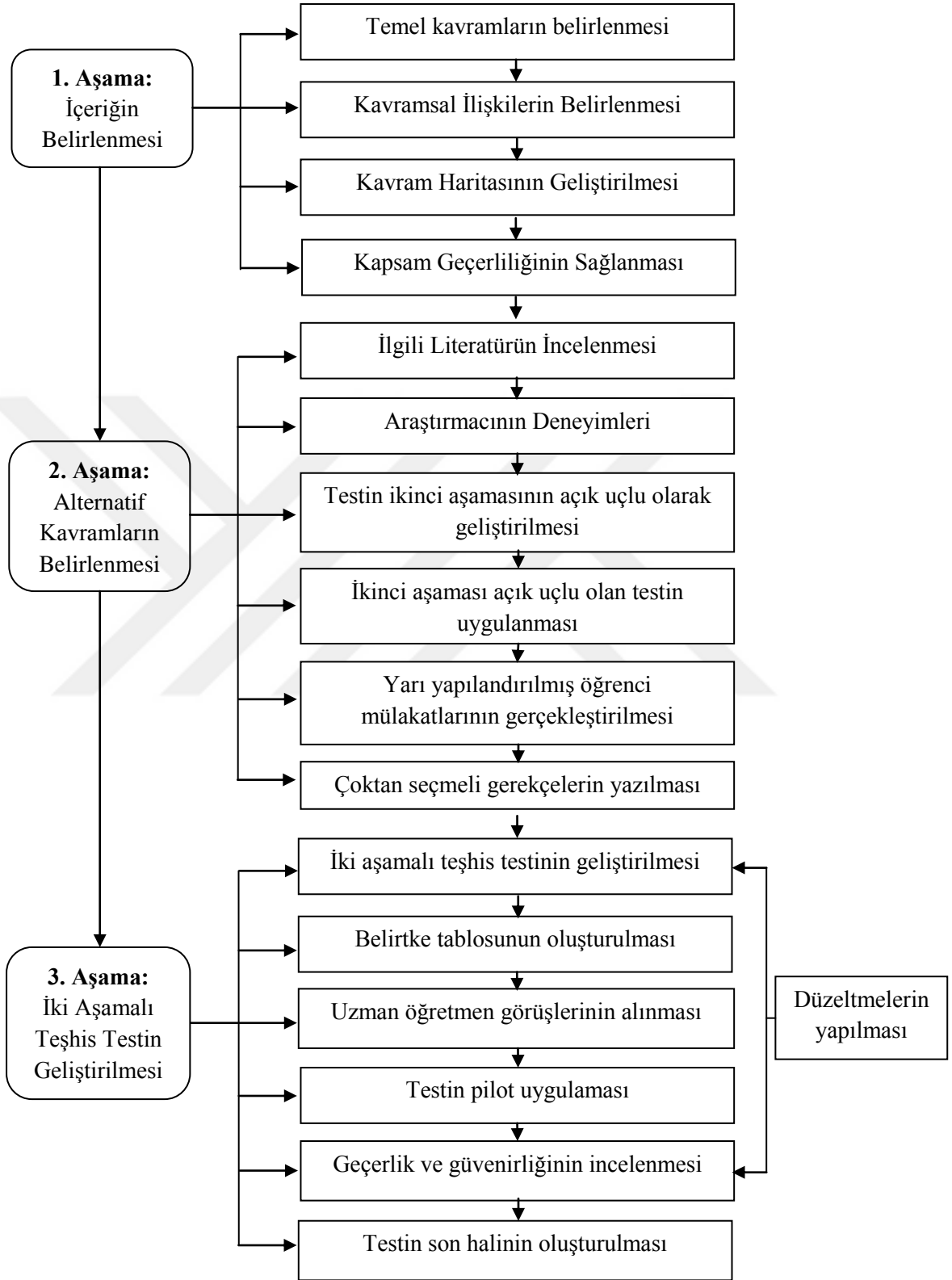
Araştırmacı tarafından hazırlanan 'Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi' iki aşamadan oluşan 25 soruluk diagnostik (tanılayıcı, teşhis edici) bir testtir. Testin ilk aşamasında konu ile ilgili çoktan seçmeli sorular bulunmaktadır. Yani ilk aşama bir soru ve sorunun olası cevaplarını içeren dört seçenektir. Bu dört seçenektir bir tanesi sorunun bilimsel olarak kabul edilen doğru cevabıdır. Diğer üç seçenek ise soru ile ilgili olası kavram yanlışlarını ve alternatif düşünme biçimlerini içeren ifadelerden oluşmaktadır. Testin ikinci aşaması ilk aşamadaki her dört seçeneğin muhtemel nedenini içermektedir. Yani öğrenci birinci aşamada sorunun doğru cevabı olarak düşündüğü seçeneği tercih etme nedenini de seçmek zorundadır. Soruların cevap seçenekleri ontolojik kategoriler göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Testin geçerliliğini analiz etmek için uzman görüşünden yararlanılmıştır. Güvenirlik çalışması için de pilot uygulaması yapılarak, Cronbach  $\alpha$  değeri hesaplanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin puanlandırılması şu şekilde yapılmıştır: Öğrenci ilgili test maddesinin her iki aşamasında da doğru seçeneği işaretlemişse 2 puan, iki aşamasının herhangi birinde doğru seçeneği işaretlemişse 1 puan, her iki aşamasında da yanlış seçeneği işaretlemişse 0 puan almıştır. Ayrıca deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test sorularına

verdikleri alternatif cevaplar ve bunlar için seçtikleri olası nedenler tablolatırılmıştır. Bu yolla, öğrencilerin hangi cevabı verdiği, ardından ikinci aşamada sebep olarak hangi seçeneği işaretlediği görülebilmektedir. Böylece ilk aşamada verdiği cevabın altında yatan neden yani o kavramın hangi ontolojik kategoriye atandığı anlaşılabilmektedir.

### **3.3.2.1. İki Aşamalı Kavram Yanılgıları Teşhis Testinin Geliştirilmesi**

Bu çalışmada, öğrencilerin 'Kuvvet ve Hareket' konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemek için Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi geliştirilmiştir. Bu test, ilk bölümünde sorunun cevabının, ikinci bölümünde ise birinci bölümde verilen cevabın nedenlerinin yer aldığı iki aşamalı çoktan seçmeli sorulardan oluşmuştur. KHKKT'nin geliştirilmesinde, Treagust (1988) tarafından önerilen metodolojiye göre Treagust ve Chandrasegaran (2007) tarafından oluşturulan model kullanılmıştır. Treagust (1988) tarafından önerilen bu modele göre, iki aşamalı teşhis testlerinin oluşturulabilmesi için, içeriğin belirlenmesi, öğrencilerin alternatif kavramları hakkında bilgi edinilmesi ve iki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi basamakları ile bu basamaklara ait alt basamakların takip edilmesi gerekmektedir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Kenan ve Özmen, 2014). KHKKT'nin geliştirilebilmesi için takip edilen adımlar Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Treagust (1988) Tarafından Geliştirilen İki-Aşamalı Çoktan Seçmeli Teşhis Testinin Geliştirilme Modeli (Kenan ve Özmen, 2014)

### 3.3.2.1.1. İçeriğin Belirlenmesi

İki aşamalı testleri eğitim araştırmalarına kazandıran Treagust (1988, 1995)'un önerisi temel alınarak Karataş, Köse ve Coştu (2003) tarafından geliştirilen yönteme göre iki aşamalı teşhis testlerinin geliştirilebilmesi için takip edilebilecek ilk ana aşama içeriğin belirlenmesidir. İçeriğin belirlenmesi, testin geliştirileceği konu ya da kavramların kapsam alanının belirlenmesi olarak açıklanabilir. Bu aşama dahilinde izlenecek diğer adımlar ise; konuyla ilgili bilgi önermelerinin belirlenmesi, kavramsal ilişkilerin belirlenmesi, konuyla ilgili kavram haritalarının geliştirilmesi ve kapsam geçerliliğinin sağlanmasıdır.

#### 3.3.2.1.1.1. Birinci Adım: Konuyla İlgili Bilgi Önermelerinin Belirlenmesi

Kuvvet ve Hareket Konusu iki aşamalı kavram yanılgıları teşhis testinin oluşturulması sırasında içeriğin belirlenmesi amacıyla izlenen ilk adım konuyla ilgili bilgi önermelerinin belirlenmesidir. Bu amaçla Milli Eğitim Bakanlığı (2015)'nin Ortaokul yedinci sınıf Fen Bilimleri dersi "Kuvvet ve Hareket" konusu için belirlemiş olduğu kazanımlar incelenmiştir. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde yer alacak kavramların Tablo 3.9'da görülen kazanımlara yönelik olmasına karar verilmiştir.

**Tablo 3.9. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Yanılgıları Teşhis Testi Kazanımları**

<b>Kuvvet ve Hareket Konusu Kazanımları</b>
<b>1. Sarmal yayların özellikleri ile ilgili olarak öğrenciler;</b>
1.1. Yayların esneklik özelliği gösterdiğini gözlemler.
1.2. Bir yayı sıkıştıran veya geren cisme, yayın eşit büyüklükte ve zıt yönde bir kuvvet uyguladığını belirtir.
1.3. Bir yayı geren veya sıkıştıran kuvvetin artması durumunda yayın uyguladığı kuvvetin de arttığını fark eder .
1.4. Bir yayın esneklik özelliğini kaybedebileceğini keşfeder.
1.5. Yayların özelliklerini kullanarak bir dinamometre tasarlar ve yapar.
<b>2. Kuvvet, iş ve enerji ile ilgili olarak öğrenciler;</b>
2.1. Kuvvet, iş ve enerji arasındaki ilişkiyi araştırır.
2.2. Fiziksel anlamda işi tanımlar ve birimini belirtir.
<b>Kuvvet ve Hareket Konusu Kazanımları</b>
2.3. Bir cisme hareket doğrultusuna dik olarak etki eden kuvvetin, fiziksel anlamda iş yapmadığını

---

ifade eder.

- 2.4. Enerjiyi iş yapabilme yeteneği olarak tanımlar.
- 2.5. Hareketli cisimlerin kinetik enerjiye sahip olduğunu fark eder.
- 2.6. Kinetik enerjinin sürat ve kütle ile olan ilişkisini keşfeder.
- 2.7. Cisimlerin konumları nedeniyle çekim potansiyel enerjisine sahip olduğunu belirtir.
- 2.8. Çekim potansiyel enerjisinin cismin ağırlığına ve yüksekliğine bağlı olduğunu keşfeder.
- 2.9. Bazı cisimlerin esneklik özelliği nedeni ile esneklik potansiyel enerjisine sahip olabileceğini belirtir.
- 2.10. Sıkıştırılmış veya gerilmiş bir yayın esneklik potansiyel enerjisine sahip olduğunu fark eder.
- 2.11. Yayın esneklik potansiyel enerjisinin yayın sıkışma (veya gerilme) miktarı ve yayın esneklik özelliğine bağlı olduğunu keşfeder.
- 2.12. Potansiyel ve kinetik enerjilerin birbirine dönüşebileceğini örneklerle açıklar.
- 2.13. Enerji dönüşümlerinden hareketle, enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.
- 2.14. Çeşitli enerji türlerini araştırır ve bunlar arasındaki dönüşümlere örnekler verir.

---

### **3. Basit makineler ile ilgili olarak öğrenciler;**

---

- 3.1. Bir kuvvetin yönünün nasıl değiştirilebileceği hakkında tahminlerde bulunur ve tahminlerini test eder.
- 3.2. Bir kuvvetin yönünü ve/veya büyüklüğünü değiştirmek için kullanılan araçları basit makineler olarak isimlendirir.
- 3.3. Basit makine kullanarak uygulanan “giriş” kuvvetinden daha büyük bir “çıkış” kuvveti elde edilebileceğini fark eder.
- 3.4. Bir işi yaparken basit makine kullanmanın enerji tasarrufu sağlamayacağını, sadece iş yapma kolaylığı sağlayacağını belirtir.
- 3.5. Belirli bir giriş kuvvetini, en az üç basit makineden oluşan bir bileşik makineye uygulayarak çıkış kuvvetinin büyüklüğünü artıracak bir tasarım yapar.

---

### **Kuvvet ve Hareket Konusu Kazanımları**

---

- 3.6. Farklı basit makine çeşitlerini araştırarak basit makinelerin geçmişte ve günümüzde insanlığa sunduğu yararları değerlendirir.
- 3.7. Tasarladığı bileşik makinenin uzun süre kullanıldığında, en çok hangi kısımlarının ne şekilde aşınacağını tahmin eder.

---

### **4. Sürtünme kuvvetinin enerji kaybına yol açması ile ilgili olarak öğrenciler;**

---

- 4.1. Sürtünen yüzeylerin ısındığını deneylerle gösterir.
- 4.2. Sürtünme kuvvetinin, kinetik enerjide bir azalmaya sebep olacağını fark eder.
- 4.3. Kinetik enerjideki azalmayı enerji dönüşümüyle açıklar.

4.4. Hava ve su direncinin de kinetik enerjide bir azalmaya neden olacağı genellemesini yapar.

4.5. Sürtünme kuvvetinin az veya çok olmasının gerekli olduğu yerleri araştırır ve sunar.

Yedinci sınıf Fen Bilimleri dersi öğretim programında yer almamasına rağmen, testin içeriğine eklenmesi uygun bulunarak, araştırmacı tarafından test içeriğine eklenen kazanımlar ise şunlardır:

1. Aynı anda aynı noktadan geçen hareketlilerin anlık hızlarının farklı olabileceğini fark eder.
2. Durağan haldeki bir cisme etki eden kuvvetleri belirtir.
3. Kuvvet uygulanan, fakat hareket ettirilemeyen cisme etki eden kuvvetleri belirtir.
4. Kuvvet uygulanarak hareket ettirilen cisme etki eden kuvvetleri belirtir.
5. Serbest düşme hareketi yapan cisimlerin yere varış süresini, cismin ağırlığının etkilemediğini fark eder.
6. Serbest düşme hareketi yapan cisimlerin, kütlede bağımsız olarak, aynı yerçekimi ivmesi ile yere düştüğünü keşfeder.
7. Hareketin net kuvvetin yönünde olması gerektiğini kavrar.
8. Harekete neden olan fırlatma kuvvetinin cismin ilk hız ile harekete başlamasını sağladığını, fakat cismin bir parçası haline gelerek onu hareketi boyunca etkilemeye devam etmeyeceğini fark eder.
9. Yukarıya doğru fırlatılan ve aşağıya düşmekte olan bir topa etkiyen kuvvetlerin neler olduğunu ifade eder.
10. Vurma/fırlatma kuvveti ile fırlatılan cisme etkiyen kuvvetleri gösterir.
11. Vurma/fırlatma kuvvetinin sadece uygulandığı anda cismi etkilediğini fark eder.
12. Etkileşen iki cisim arasındaki kuvvetlerin ilişkisini kavrar.
13. Bir cismin sabit hızla gidebilmesi için uygulanan net kuvvetin sıfır olması gerektiğini fark eder.
14. Bir cismin hareket edebilmesi için her zaman hareket yönünde ona etkiyen bir kuvvetin olması gerektiğini keşfeder.

### **3.3.2.1.1.2. İkinci Adım: Kavramsal İlişkilerin Belirlenmesi**

Testin oluşturulması sırasında izlenen ikinci adım kavramlar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve daha sonra da bu ilişkileri gösteren detaylı bir kavram haritası oluşturmaktır. Hazırlanan kavram haritası sayesinde araştırmacı kavramlar üzerinde etraflıca düşünme fırsatı bulur (Karataş, Köse, Coştu, 2003). Bu kavram haritaları aynı zamanda araştırmacıya konunun doğasını anlamasına ve kavram yanlışlarının oluşmasındaki çıkış noktalarını anlamlandırmasına yardım eder. Hazırlanan bu kavram haritaları sayesinde araştırmacı, kavramlar arasındaki bağlantının yanlış kurulmasıyla oluşan kavram yanlışlarını açıklama fırsatı bulur.

### **3.3.2.1.1.3. Üçüncü Adım: Konuyla İlgili Kavram Haritalarının Geliştirilmesi**

Testin oluşturulması sırasında takip edilecek üçüncü adım olan konuyla ilgili kavram haritalarının geliştirilmesi aşamasında, Milli Eğitim Bakanlığı (2015-2016) Fen Bilimleri Dersi yedinci sınıf öğretim programında yer alan Kuvvet ve Hareket konusu ile ilgili hazırlanmış kavram haritasından yararlanılmıştır. Bu kavram haritası Ek 2'de sunulmaktadır. Ayrıca bu kavram haritasından yola çıkarak ve diğer kazanımlar da göz önünde bulundurularak, araştırmacı tarafından daha kapsamlı bir kavram haritası oluşturulmuştur. Kuvvet ve Hareket konusuna genel bir bakış açısı kazandırabilmek ve konu bütünlüğünün sağlanarak kapsamlı bir kaynak oluşturmak için, yedinci sınıf müfredatında yer almayan bazı kavramlar da bu kavram haritasına eklenmiştir. Bu kavram haritasının daha detaylı incelenebilmesi amacıyla dört parçaya bölünerek Ek 3, Ek 4, Ek 5 ve Ek 6'da sunulmaktadır. Mekaniğin alt başlıkları olan statik, kinematik ve dinamik ve bunlarla ilgili kavramlar Ek 3'de, Newton'un Kanunları ve bunların kuvvet ve hareket ile olan ilişkileri Ek 4'te, iş, enerji ve basit makineler arasındaki ilişkiler Ek 5'te, enerjinin özellikleri ve enerji çeşitleri ile ilgili olan kavramlar Ek 6'daki kavram haritalarında gösterilmiştir. Ek 3'ten Ek 6'ya kadar olan bütün kavram haritaları birleştirildiğinde Ek 7'deki kavram haritası ortaya çıkmaktadır.

### **3.3.2.1.1.4. Dördüncü Adım: Kapsam Geçerliliğinin Sağlanması**

İki aşamalı test hazırlamanın dördüncü adımı kapsam geçerliliğinin sağlanmasıdır. Bu aşamada kazanımlar ve kavram haritaları alanında uzmanlaşmış eğitimcilere gösterilerek, onların görüşleri alınır. Kazanımlar ve kavram haritaları fen eğitimcileri,

alan uzmanları ve ders öğretmenlerinden oluşan bir komisyona gösterilerek düzensizlikler ya da çelişkilerden ayıklanır, önermelerin bilimsel doğruluğu kanıtlanır, kavram haritası ve bilgi önermeleri yeniden düzenlenir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Kapsam geçerliliğinin sağlanabilmesi amacıyla, kazanımlar ve oluşturulan kavram haritaları, mesleki deneyimleri beş yılı aşkın olan devlet ortaokullarında görevli üç fen bilimleri dersi öğretmeni ve devlet üniversitesi fen bilgisi öğretmenliği bölümünde görev yapan dört öğretim üyesi tarafından incelenmiş ve onların görüş ve önerileri alınmıştır. Alınan uzman görüşleri doğrultusunda, hazırlanan kavram haritalarında önemli bir değişiklik yapılmamakla birlikte, konunun fen bilimleri öğretim programında yer alan kavramlarla sınırlandırılmasına karar verilmiştir.

### **3.3.2.1.2. Alternatif Kavramların Belirlenmesi**

7. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket konusuyla ilgili kavram yanlışlarını belirleyecek bir test hazırlanabilmesi için, bu aşamada literatürün incelenerek, öğrencilerde yaygın olarak rastlanan alternatif kavramların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Yurt içinde ve yurt dışında yapılan çeşitli araştırmalar incelenmiş ve çalışmalarında ortaya çıkardıkları kavram yanlışları belirlenmiştir. Öğrencilerde sıklıkla rastlanan bu kavram yanlışlarından bir kısmı kavram testinde ölçülmek üzere seçilmiştir. Tamir (1971)'in ve Treagust (1988, 1995)'un önerdikleri yapıda adımlar takip edilerek iki aşamalı çoktan seçmeli kavram testi hazırlanmıştır.

#### ***3.3.2.1.2.1. Beşinci Adım: İlgili Literatürün İncelenmesi ve Araştırmacının Deneyimleri***

Bu bölümde, öğrencilerin kuvvet ve hareket konusuyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirleyebilmek için yurt içinde ve yurt dışında yapılmış olan çeşitli araştırmalar incelenmiştir. Bu inceleme sonucu belirlenen en yaygın kavram yanlışları ile bu yanlışların ortaya çıkarıldıkları araştırmalar Tablo 3.11'de listelenmiştir. Araştırmacının deneyimlerinden yola çıkarak ve üç öğretim üyesi ile dört fen bilimleri öğretmenin görüşlerinden yararlanarak Tablo 3.10'da sıralanan kavram yanlışlarının bir kısmı kavram testinde ölçülmek üzere seçilmiştir.



**Tablo 3.10. Kuvvet ve Hareket Konusundaki Kavram ve Kazanımlarla İlgili Literatürde Konu Edilen Kavram Yanılgıları ve Kaynaklar**

Kavram Yanılgıları	Kavram Yanılgısının Konu Edildiği Kaynaklar
<b>1. KİNEMATİK</b>	
1. Cisimler hareketleri sırasında yan yana geldikleri anda hızları eşittir.	Minstrell, 2001; Güneş, 2011
2. Aynı yükseklikten bırakılan ağır cisimler hafif cisimlere göre daha önce yere düşer.	Soner, 2006; Güneş, 2011 Cahyadi & Butler (2004)
3. Daha ağır cisimler daha hızlı yere çarpar.	Güneş, 2011; Cahyadi & Butler (2004)
<b>2. DİNAMİK</b>	
<b>2.1. NEWTON'UN 1. KANUNU (EYLEMSİZLİK PRENSİBİ)</b>	
4. Eylemsizlik kuvveti, uygulanan kuvvetle aynı yönde oluşur.	Güneş, 2011
<b>2.2. NEWTON'UN 2. KANUNU (DİNAMİĞİN TEMEL PRENSİBİ)</b>	
<b>2.2.1. AKTİF KUVVET</b>	
5. Sadece canlılar kuvvet uygular, pasif olanlar (sandık, masa) kuvvet uygulamaz. (Cansız varlıklar kuvvet uygulamaz.)	Halloun ve Hestenes, 1985a Yıldız ve Büyükkasap, 2006 Türker, 2009; Güneş, 2011
6. Kuvvet, sadece cisme dokunulmasıyla oluşur.	Halloun ve Hestenes, 1985a Minstrell, 2001
7. Kuvvetler cisimler arasındaki ilişkiyi açıklamaktan ziyade cisimlerin bir özelliğidir. Örneğin, ağırlık Dünya ile cisimler arasındaki yerçekimi kuvvetini yansıtmışından ziyade, cisimlerin bir özelliğidir.	Reiner, Slotta, Chi ve Resnick, 2000 Project Galileo, 1998
8. Hareket eden veya duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler.	Yıldız ve Büyükkasap, 2006
9. Masada duran cisme sadece ağırlığı etki eder.	Yıldız ve Büyükkasap, 2006
10. Cismin hareket edebilmesi için, her zaman cisme hareket yönünde bir kuvvet etkilemelidir. (Bir cisim hareket halindeyse, hareketin doğrultusunda ona etki eden bir kuvvet vardır.) (Hareket varsa, kuvvet de vardır.) (Kuvvet uygulanmış sayılmak için hareket gereklidir.)	Clement, 1982; diSessa, 1983 Gilbert and Watts, 1983 Watts ve Gilbert, 1983 Halloun ve Hestenes, 1985a Hapkiewicz, 1999 Minstrell, 2001 Trumper ve Gorsky, 1996 Ioannides ve Vosniadou, 2001 Türker, 2009; Kuru ve Güneş, 2005
11. Kuvvet varsa, hareket de vardır. (Her kuvvet cismi hareket ettirir.)	Turgut ve diğerleri, 2011 Demir ve diğerleri, 2012 Champagne ve diğ., 1980 Soner, 2006

Kavram Yanılgıları	Kavram Yanılgısının Konu Edildiği Kaynaklar
12. Eğer kuvvet yoksa, cisim ya duruyordur ya da yavaşlıyordur. (Kuvvet yoksa, hareket de yoktur.) (Eğer cisme uygulanan bir kuvvet yoksa, veya net kuvvet sıfırda, cisim ya duruyordur ya da yavaşlıyordur.)	Champagne ve diğerleri, 1980 Halloun ve Hestenes, 1985a
13. Net kuvvet sıfırda hareket durur. (Harekete neden olan kuvvet ortadan kalktıysa, cisim aniden durur.) (Bir cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetler kaldırılırsa cisim hareketsiz kalır.)	Kuru ve Güneş, 2005 Turgut, Gürbüz ve Turgut, 2011 Demir, Uzoğlu ve Büyükkasap, 2012
14. Eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez. (Cisim yol almıyorsa, etkiyen kuvvet de yoktur.) (Hareket yoksa, kuvvet de yoktur.) (Duran bir cisme hiçbir kuvvet etki etmemektedir.)	Finegold ve Garsky, 1991 Halloun ve Hestenes, 1985a, Gilbert and Watts, 1983, Minstrell, 2001 Project Galileo, 1998 Yıldız ve Büyükkasap, 2006 Nuhoğlu, 2008; Genç, 2008 Hançer, 2007
15. Bir cisme uygulanan kuvvet ile cismin hızı doğru orantılıdır. (Bir cismin hızının büyüklüğü ona uygulanan kuvvetin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.)	Champagne ve diğerleri, 1980 Soner, 2006 Kuru ve Güneş, 2005
16. Bir cismin sabit hızda gidebilmesi için sabit kuvvet gereklidir. (Sabit hareket sabit bir kuvvete ihtiyaç duyar.) (Sabit hız sabit kuvvet gerektirir) (Sabit bir kuvvetin etkisi altında olan bir cisim, sabit hızla hareket eder.)	diSessa, 1983 Champagne ve diğ, 1980 Gilbert ve Watts, 1983 Watts ve Gilbert, 1983 Halloun and Hestenes, 1985a Minstrell, 2001; Hapkiewicz, 1999 Soner, 2006; Kuru ve Güneş, 2005 Turgut ve diğerleri, 2011 Demir ve diğerleri, 2012 Güneş, 2011
17. Bir cismin hızlanmasının sebebi, onun hareketini sağlayan kuvvetin artmasıdır. (İvme artan kuvvet gerektirir.)	
18. Yerçekimi kuvveti cisimlere sadece düşerken etki eder.	Halloun and Hestenes, 1985a Güneş, 2011
19. Cisim düşerken yerçekimi kuvveti artar.	Halloun and Hestenes, 1985a Güneş, 2011
20. Bir cismin yavaşlamasının sebebi, onun hareketini sağlayan kuvvetin azalmasıdır. (Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketini sağlayan kuvvet azalıyor demektir.)	Clement, 1982 Watts ve Zylbersztajn, 1981 AAAS Project 2061, 1990
21. Bir cismin yavaşlamasının sebebi, cismin hareketine karşı koyan kuvvetin artmasıdır. (Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketine karşı koyan kuvvet artıyor demektir.)	AAAS Project 2061, 1990
22. Hareket net kuvvetin (büyük kuvvetin) yönünde olur.	Yıldız ve Büyükkasap, 2006

Kavram Yanılırları	Kavram Yanılırsının Konu Edildiği Kaynaklar
<b>2.2.2. VURMA/FIRLATMA KUVVETİ</b>	
23. İtici bir kuvvet cismin parçası haline gelir. Örneğin bir nesneyi fırlatma sırasında uygulanan kuvvet o cismin bir parçası haline gelir. (Hareketin başlangıcında uygulanan itici kuvvet (kazanılan kuvvet) artık etkimiyor olsa bile hareketi etkilemeye devam eder.)(Bir cisim atıldığı zaman, harekete neden olan kuvvet, cisme hareketi boyunca etki eder.)	McCloskey, 1983a Fishbein ve diğ, 1988 Kuru ve Güneş, 2005; Güneş, 2011 Turgut, Gürbüz ve Turgut, 2011 Demir, Uzoğlu ve Büyükkasap, 2012
24. Hareket eden cismin içinde onun hareketinin devam etmesini sağlayan bir kuvvet vardır.	Clement, 1982; Reiner ve diğ, 2000 Halloun ve Hestenes, 1985a Ioannides ve Vosniadou, 2001 McCloskey, 1983a; Osborne, 1985 Viennot, 1979
25. Kuvvet kullanılıp tükenebilir.	Clement, 1982 Halloun ve Hestenes, 1985a McCloskey, 1983b Trumper ve Gorsky, 1996 Twigger ve diğ, 1994; Watts, 1983 Turgut, Gürbüz ve Turgut, 2011 Demir, Uzoğlu ve Büyükkasap, 2012
26. Hareket eden bir cisim, kuvvet kullanılıp bittiği zaman durur. (Hareket eden bir cisim, kuvveti tükendiği zaman durur.)	Clement, 1982 Halloun ve Hestenes, 1985a McCloskey, 1983b Trumper ve Gorsky, 1996 Twigger ve diğ, 1994; Watts, 1983b Turgut, Gürbüz ve Turgut, 2011 Demir, Uzoğlu ve Büyükkasap, 2012
<b>2.3. NEWTON'UN 3. KANUNU (ETKİ - TEPKİ PRENSİBİ)</b>	
27. Etkileşen iki cisim arasında, kütlesi büyük olan diğerine daha büyük kuvvet uygular.	Hapkiewicz, 1992 Ioannides ve Vosniadou, 2001 Soner, 2006; Kuru ve Güneş, 2005 Güneş, 2011
28. Etkileşen iki cisim arasında daha aktif (daha hızlı) olan daha büyük kuvvet uygular. (Etkileşen cisimlerden biri hareket etmiyorsa, yalnızca etki kuvveti vardır.)	Hapkiewicz, 1992 Ioannides ve Vosniadou, 2001 Yıldız, 2008; Kuru ve Güneş, 2005
29. Etkileşen cisimler arasında oluşan etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.	Yıldız, 2008
30. Etkileşen cisimler arasında yalnızca tepki kuvveti vardır.	Yıldız, 2008
31. Etki ve tepki kuvvetleri birbirinin etkisini yok eder.	Yıldız, 2008
32. Yatay zemin üzerinde bulunan cismin ağırlığı, zeminin tepki kuvvetinden büyüktür.	Kuru ve Güneş, 2005
<b>3. KUVVET - İŞ - ENERJİ</b>	
33. Enerji harcanan her faaliyet iştir. (Günlük hayatta yapılan her türlü aktiviteye iş denir.)	Palut, 2006; Aydoğmuş, 2008 Pastırmacı, 2011 Buyruk ve Korkmaz, 2016

Kavram Yanılgıları	Kavram Yanılgısının Konu Edildiği Kaynaklar
34. Bir cisme kuvvet uygulandığında, hareket ettirilemese bile, enerji harcadığı için iş yapılmıştır.	Olenick, 2005; Güneş, 2007a Pastırmacı, 2011 Küçük, Çepni ve Gökdere, 2005
35. Bir cismi itip hareket ettirildiğinde, enerji harcadığı için iş yapılmıştır.	Pastırmacı, 2011
36. Bir cisme kuvvet uygulanarak cisim hareket ettiriliyorsa iş yapılmıştır. (Doğrultu dikkate alınmamaktadır.)	Avcı ve diğerleri, 2012
37. Bir cisme bir kuvvet etkiyorsa iş yapılır.	Ünal Çoban, Aktamış ve Ergin, 2007
38. İş yapılabilmesi için kişinin enerji harcaması gerekir, örneğin bir kitap raftan düştüğünde iş yapılmamıştır.	Avcı ve diğerleri, 2012
39. Cismin hareketine dik yönde kuvvet uygulandığında iş yapılır.	Avcı ve diğerleri, 2012
40. Üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme yapan bir cisim iş yapmıştır. (Kuvveti uygulayanın üzerine iş yapılır.)	Avcı ve diğerleri, 2012 Görece ve Baybars, 2016 Erduran Avcı, Kara ve Karaca, 2012 Ünal Çoban, Aktamış ve Ergin, 2007
41. Harcanan enerji fazla ise yapılan iş de fazladır.	Avcı ve diğerleri, 2012
42. Kuvvet ve hareketin doğrultuları dikkate alınmaksızın daha çok kuvvet uygulayan daha çok iş yapmıştır.	Avcı ve diğerleri, 2012
43. Kuvvet ve hareketin doğrultuları dikkate alınmaksızın, daha çok yol alan daha çok iş yapmıştır.	Avcı ve diğerleri, 2012
44. Sadece canlı varlıkların enerjisi vardır.	Viennot, 1979; Watts, 1983a Gilbert ve Watts, 1983 Ünal Çoban, Aktamış ve Ergin, 2007 Hırça vd, 2008; Yıldız, 2008 Boyes ve Stanissreer, 1990 Kruger, 1990; Viennot, 1997 Trumper, 1998; Olenick, 2005 Özcan ve Kocakulah, 2007 Ünal Çoban vd, 2007; Hırça vd, 2008 Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009 Yıldız, 2008; Güneş, 2007a
45. Yalnızca hareket eden cisimler enerjiye sahiptir. (Hareket etmeyen hiçbir cisim enerjiye sahip değildir.)	Kruger, 1990; Viennot, 1997 Trumper, 1998; Olenick, 2005 Özcan ve Kocakulah, 2007 Ünal Çoban vd, 2007; Hırça vd, 2008 Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009 Yıldız, 2008; Güneş, 2007a
46. İki cismin hızları eşitse enerjileri de eşittir.	Özcan ve Kocakulah, 2007
47. Potansiyel enerji sadece çekim potansiyel enerjisi şeklindedir. (Çekim potansiyel enerjisi potansiyel enerjinin tek türüdür.)	Olenick, 2005; Aydoğmuş, 2008 Güneş, 2011; Yıldız, 2008 Güneş, 2007a
48. Enerji yoktan var edilebilir.	Solomon, 1985; Kruger, 1990
49. Enerji tükenerek iş yapılır.	Küçük vd, 2005
50. Enerji kullanılır, azalır veya tükenir.	Güneş, 2007a; Güneş, 2011
51. Sürtünme kuvveti sürtünen cismin yüzey alanına bağlıdır.	Hançer, 2007 Yıldız, 2008
52. Cilalı yüzeyler, mermer, su gibi maddeler pürüzsüz olduğundan, cisimlerle temas ettiklerinde sürtünme kuvveti etki etmez.	Genç, 2008; Yıldız, 2008
53. Hareket etmeyen cisimlere sürtünme kuvveti etki etmez.	Yıldız, 2008

Kavram Yanılgıları	Kavram Yanılgısının Konu Edildiği Kaynaklar
54. Havada sürtünme olmaz. Uçan cisimlere sürtünme etki etmez.	Genç, 2008
55. Sürtünme kuvveti, daima cismin hareket yönü ile zıt yönlü bir kuvvettir.	Güneş, 2007a
56. Sürtünme kuvvetinin kaynağı yüzeylerin pürüzlülüğüdür. (Sürtünme kuvvetini yüzeylerdeki pürüzler oluşturur.)	Soner, 2006 Güneş, 2007a; Genç, 2008
57. Sürtünme kuvveti kuvvet olarak düşünülmemektedir.	Yıldız ve Büyükkasap, 2006
58. Sürtünme kuvveti, cismi hareket ettirmek için uygulanan net kuvvetten büyük olamaz.	Soner, 2006
<b>4. YAYLAR</b>	
59. Gerilmiş durumdaki yayda etki kuvveti vardır, tepki kuvveti yoktur.	Yıldız, 2008
60. Sıkıştırılmış yayda sadece etki kuvveti vardır, tepki kuvveti yoktur.	Yıldız, 2008
61. Gerilmiş durumdaki yayda, etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.	Yıldız, 2008
62. Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolamaz.	Yıldız, 2008
63. Gerilmiş yayda daha fazla enerji depolanır.	Yıldız, 2008
64. Sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji depolanır.	Yıldız, 2008
<b>5. BASİT MAKİNELER</b>	
65. Basit makineler işten kazanç sağlar.	Avcı ve diğerleri, 2012 Görececk Baybars, 2016 Erduran Avcı, Kara ve Karaca, 2012
66. Basit makineler kuvvetten ve yoldan aynı anda kazanç sağlar.	Avcı ve diğerleri, 2012
67. Sabit makarada kuvvetten kazanç vardır.	Avcı ve diğerleri, 2012

### 3.3.2.1.2.2. Altıncı Adım: Testin İkinci Aşamasının Açık Uçlu Olarak Geliştirilmesi ve Testin Uygulanması

Kavram testinin oluşturulmasındaki altıncı adımda, literatür taramasında ortaya çıkarılan öğrencilerde yaygın olarak görülen kavram yanılgıları, 7. sınıf fen bilimleri öğretim programında yer alan kazanımlar ve araştırmacı tarafından hazırlanan kavram haritası temel alınarak test maddeleri oluşturulmaya başlanmıştır. Test maddelerinin oluşturulabilmesi için tekrar literatür taraması yapılmış, çeşitli araştırmalarda kavram yanılgılarının tespiti için kullanılan sorular bir soru havuzunda toplanmış ve bunlar arasından amaca uygun olanlar seçilmiş, bazı değişiklikler yapılarak, teste uyarlanarak eklenmiştir. Test maddelerinin ilk aşaması, biri doğru yanıt, diğerleri kavram yanılgıları temel alınarak hazırlanmış yanlış yanıtlar olmak üzere dört cevap seçeneğinden oluşmaktadır. Beşinci cevap seçeneğinde ise "Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre

cevap ..." ifadesi yer almaktadır ve öğrencinin cevabını yazması beklenmektedir. Bu sayede öngörülemeyen öğrenci görüşleri de saptanmaya çalışılmıştır. Test maddelerinin ikinci aşamasındaki çoktan seçmeli cevap seçeneklerinin oluşturulabilmesi için literatürde yer alan, test maddelerine verilen cevapların gerekçelerinin açık uçlu sorularla sorgulandığı çeşitli araştırmalardan yararlanılmıştır. Öğrencilerin bu çalışmalarda verdikleri çeşitli cevaplar, oluşturulan testin ikinci aşamasındaki gerekçe kısmında kullanılmak üzere maddeler halinde eklenmiştir. Bu şekilde toplam 25 sorudan oluşan kavram testi geliştirilmiştir.

### ***3.3.2.1.2.3. Yedinci Adım: Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Mülakatlarının Gerçekleştirilmesi ve Çoktan Seçmeli Gerekçelerin Yazılması***

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde yer alan 1, 3, 5, 6, 8, 10, 11 ve 17 numaralı sorular Hestenes, Wells ve Swackhamer (1992)'in 'Force Concept Inventory' başlıklı çalışmalarında kullandıkları testten uyarlanmıştır. Bu soruların bir kısmının Türkiye'de yapılan çeşitli araştırmalarda Türkçe'ye çevrilerek kullanıldığı da saptanmıştır. Örneğin Temizkan (2003)'in çalışmasında 1, 3, 6, 10, 17 numaralı sorular, Soner (2006)'in çalışmasında 1, 3, 6, 10, 17 numaralı sorular, Alonzo ve Steedle (2008)'in çalışmalarında 3 numaralı soru, Çopur (2008)'un çalışmasında 3, 8, 10 numaralı sorular, Demir, Uzoğlu ve Büyükkasap (2012)'in çalışmalarında 1. ve 3. sorular 'Force Concept Inventory' başlıklı çalışmadan uyarlanmıştır. Bunların haricinde KHKKT'nde yer alan 2, 4 ve 22 numaralı sorular Soner (2006)'in çalışmasından, 7 numaralı soru Alonzo ve Steedle (2008)'in çalışmalarından, 9, 18, 19, 20, 23 numaralı sorular Cerit Berber (2008)'in çalışmasından, 12, 13, 14, 15, 16 numaralı sorular Ulu (2011)'nin çalışmasından ve 21, 24, 25 numaralı sorular da Avcı, Kara ve Karaca (2012)'nin çalışmalarından adapte edilmiştir. 14, 15, 16, 18, 19, 20 ve 24 numaralı soruların Topalsan (2015)'in çalışmasında da yer aldığı görülmüştür. Bazı soruların gerekçe kısmının seçenekleri kavram yanlışları ön planda tutularak araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Bazı soruların gerekçe kısımları ise açık uçlu yapıda olan testlerin uygulandığı ve yarı yapılandırılmış öğrenci mülakatlarının gerçekleştirildiği çalışmalardan yararlanılarak düzenlenmiştir. Örneğin Cerit Berber (2008), Cerit Berber ve Sarı (2010), Alonzo ve Steedle (2008), Avcı, Kara ve Karaca (2012), Demir, Uzoğlu ve Büyükkasap (2012) çalışmalarında öğrencilere açık uçlu sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin yöneltilen sorulara yaptıkları açıklamalardan yararlanılarak 1, 3, 7, 9, 18,

19, 20, 21, 23, 24 ve 25 numaralı soruların ikinci aşaması olan gerekçe bölümü çoktan seçmeli olarak düzenlenmiştir. Bu bölümde içlerinde doğru cevabın da bulunduğu sayısı dört ile altı arasında değişen cevap seçenekleri yer almaktadır. Son seçenekte yine öğrencilerin kendi görüşlerini yazabilecekleri 'Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap ...' seçeneği bulunmaktadır. Bu sayede öğrencilerin testte yazılan sebeplerden farklı olabilecek görüşleri de belirlenmeye çalışılmıştır.

### **3.3.2.1.3. İki Aşamalı Teşhis Testinin Geliştirilmesi**

#### **3.3.2.1.3.1. Sekizinci Adım: İki Aşamalı Teşhis Testinin Geliştirilmesi**

Bir önceki adımda, yapılmış olan çalışmalardan yararlanılarak ve öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlardan faydalanarak test maddeleri oluşturulmuştur. Test maddeleri oluşturulurken dikkat edilen en önemli nokta, test maddelerinin seçeneklerinin, kavram yanlışlarının hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığını belirleyecek düzeyde olmasıdır. Yani oluşturulan madde seçenekleri, kavram yanlışısına sebep olan düşünme biçimini, kavramın madde kategorisinde mi yoksa süreç kategorisinin alt kategorilerinden birinde mi düşündüğünü belirleyebilecek nitelikte olması gerekmektedir. Bunun için sorunun gerekçe kısmına yazılan her bir seçenek ontolojik kategorilere göre düzenlenmiştir. Testte yer alan maddelerin ontolojik incelemesi bir sonraki bölümde detaylı olarak açıklanmaktadır.

#### **3.3.2.1.3.2. Dokuzuncu Adım: Belirtke Tablosunun Oluşturulması**

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin oluşturulması sırasında izlenen dokuzuncu adım, belirtke tablosunun oluşturulmasıdır. Bu aşamada, testte yer alan maddelerin hangilerinin hangi kazanımları karşıladığı, hangi kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik olduğu ve belirlenen bu kavram yanlışlarının hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı saptanmaktadır. Bu sayede hangi kavram yanlışlarının testte ölçüldüğü, hangilerinin dışarıda kaldığı görülmüş olur. Testte kapsanmayan kazanım veya kavram yanlışısı olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu amaçla hazırlanan belirtke tablosu Tablo 3.11'de görülmektedir. Tablo 3.11'de literatür taramasında belirlenen kavram yanlışlarının, KHKKT'nde bulunan hangi soru maddeleriyle ölçülebildiğini, belirlenen bu kavram yanlışısının hangi ontolojik kategoriye yerleştirildiğini ve bu kavram yanlışısını gidermek amacıyla hazırlanan animasyonun

numarası görülmektedir. Bu tabloya göre 3, 4, 18, 39, 44, 45, 46, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 66 numaralı kavram yanlışlarının haricindeki kavram yanlışları Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde ölçülmektedir.





**Tablo 3.11. Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Kavram Yanılgıları ve İlişkili Oldukları KHKKT Test Maddeleri, Animasyonlar ve Ontolojik Kategoriler**

Kavram Yanılgıları	KY ile İlişkili Soruların Numaraları	KY'nin Giderilmesi için Hazırlanan Animasyonun Numarası	Ontolojik Kategori
<b>1. Kinematik</b>			
1. Cisimler hareketleri sırasında yan yana geldikleri anda hızları eşittir.	17.1.A,B,C, 17.2.A,B,C	1	Süreç- Olay- Kasıtlı
2. Daha ağır cisimler daha çabuk düşer.	1.1.A,D, 1.2.B	2	Süreç- Olay- Kasıtlı
3. Daha ağır cisimler daha hızlı yere çarpar.		2	Süreç- Olay- Kasıtlı
<b>2. Dinamik</b>			
<b>2.1. Newton'un 1. Kanunu (Eylemsizlik Prensibi)</b>			
4. Eylemsizlik kuvveti, uygulanan kuvvetle aynı yönde oluşur.		3, 4, 5	Süreç-Olay- Kasıtlı
<b>2.2. Newton'un 2. Kanunu (Dinamiğin Temel Prensibi)</b>			
<b>2.2.1. Aktif Kuvvet</b>			
5. Sadece canlı cisimler kuvvet uygular, pasif olanlar (sandık, masa) kuvvet uygulamaz.	8.1.B, 8.2.B, 13.1.A,13.2.A, 16.1.D, 16.2.D	16	Madde-Doğal Tür-Canlı
6. Kuvvet, sadece cisme dokunulmasıyla oluşur.	3.1.D, 3.2 D	9	Süreç- Olay- Rastgele
7. Kuvvetler cisimler arasındaki ilişkiyi açıklamaktan ziyade cisimlerin bir özelliğidir. Örneğin, ağırlık Dünya ile cisimler arasındaki yerçekimi kuvvetini yansıtmamasından ziyade, cisimlerin bir özelliğidir.	7.1. A, 7.2.A	8,18	Madde-Doğal Tür- Cansız
8. Hareket eden veya duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler.	7.1. A, 7.2. A 11.1.A,11.2.A	8, 18	Madde-Doğal Tür- Cansız
9. Masada duran cisme sadece ağırlığı etki eder.	8.1. A, 8.2. A	16, 17, 18	Süreç- Olay- Kasıtlı
10. Cismin hareket edebilmesi için, her zaman cisme hareket yönünde bir kuvvet etkilemelidir. (Bir cisim hareket halindeyse, hareketin doğrultusunda ona etki eden bir kuvvet vardır.) (Hareket varsa, kuvvet de vardır.)	4.1.C, 4.2.D, 6.1. D, 6.2.A, 10.1.A,10.2.B, 23.1.D, 23.2.D	5, 9	Süreç - Olay- Kasıtlı
11. Kuvvet varsa, hareket de vardır.	13.1.B, 13.2.C	7	Süreç- Olay- Kasıtlı

Kavram Yanılgıları	KY ile İlişkili Soruların Numaraları	KY'nin Giderilmesi için Hazırlanan Animasyonun Numarası	Ontolojik Kategori
12. Eğer kuvvet yoksa, cisim ya duruyordur ya da yavaşlıyordur. (Kuvvet yoksa, hareket de yoktur.) (Eğer cisme uygulanan bir kuvvet yoksa, veya net kuvvet sıfırsa, cisim ya duruyordur ya da yavaşlıyordur.)	6.1.D, 6.2.A, 23.1.D, 23.2.D	7	Süreç- Olay- Kasıtlı
13. Net kuvvet sıfırsa hareket durur. (Harekete neden olan kuvvet ortadan kalktıysa, cisim aniden durur.)	4.1.C, 4.2.D, 6.1.D, 6.2.A, 23.1.D, 23.2.D	40	Süreç-Olay- Kasıtlı
14. Eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez. (Cisim yol almıyorsa, etkiyen kuvvet de yoktur.) (Hareket yoksa, kuvvet de yoktur.)	8.1.A, 8.2.A, 13.1.D, 13.2.D	16, 18	Süreç-Olay- Kasıtlı
15. Bir cisme uygulanan kuvvet ile cismin hızı doğru orantılıdır.	5.1.B, 5.2.A	1	Süreç-İşlem
16. Bir cismin sabit hızda gidebilmesi için sabit kuvvet gereklidir. (Sabit hareket sabit bir kuvvete ihtiyaç duyar.) (Sabit hız sabit kuvvet gerektirir)	4.1.B, 4.2.B 5.1. D, 5.2.C	1, 7, 40	Süreç-İşlem
17. Bir cismin hızlanmasının sebebi, onun hareketini sağlayan kuvvetin artmasıdır. (İvme artan kuvvet gerektirir.)	5.1.B, 5.2.A		Süreç-İşlem
18. Yerçekimi kuvveti cisimlere sadece düşerken etki eder.		9	Süreç-Olay- Kasıtlı
19. Cisim düşerken yerçekimi kuvveti artar.	3.1.A, 3.2.A, 4.1.C, 4.2.D	9, 40	Madde- Doğal- Cansız
20. Bir cismin yavaşlamasının sebebi, onun hareketini sağlayan kuvvetin azalmasıdır. (Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketini sağlayan kuvvet azalıyor demektir.)	11.1.B, 11.2. B	8	Süreç-İşlem
21. Bir cismin yavaşlamasının sebebi, cismin hareketine karşı koyan kuvvetin artmasıdır. (Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketine karşı koyan kuvvet artıyor demektir.)	11.1. C, 11.2. C	8	Süreç-İşlem
22. Hareket net kuvvetin (büyük kuvvetin) yönünde olur.	10.1.D, 10.2.D	5	Süreç- Olay- Kasıtlı

Kavram Yanılgıları	KY ile İlişkili Soruların Numaraları	KY'nin Giderilmesi için Hazırlanan Animasyonun Numarası	Ontolojik Kategori
<b>2.2.2. Vurma/Fırlatma Kuvveti</b>			
23. İtici bir kuvvet cismin parçası haline gelir. Örneğin bir nesneyi fırlatma sırasında uygulanan kuvvet o cismin bir parçası haline gelir. (Hareketin başlangıcında uygulanan itici kuvvet (kazanılan kuvvet) artık etkimiyor olsa bile hareketi etkilemeye devam eder.)	3.1.A, 3.2.A, 3.1.B, 3.2.C, 6.1.A, 6.2.B, 23.1.B, 23.2 A	9	Madde-Doğal Tür-Cansız
24. Hareket eden cismin içinde onun hareketinin devam etmesini sağlayan bir kuvvet vardır.	3.1.A, 3.2.A, 3.1.B, 3.2.C, 6.1.C, 6.2.D, 23.1.C, 23.2.B	9, 32	Madde-Doğal Tür-Cansız
25. Kuvvet kullanılıp tükenebilir.	3.1.A, 3.2.A, 3.1.B, 3.2.C, 6.1.C, 6.2.D, 23.1.C, 23.2.B	9	Madde-Doğal-Cansız
26. Hareket eden bir cisim, kuvvet kullanılıp bittiği zaman durur. (Hareket eden bir cisim, kuvveti tükendiği zaman durur.)	3.1.A, 3.2.A, 3.1.B, 3.2.C, 23.1.C, 23.2.B	9	Madde-Doğal-Cansız
<b>2.3. Newton'un 3. Kanunu (Etki - Tepki Prensibi)</b>			
27. Etkileşen iki cisim arasında, kütlesi büyük olan diğerine daha büyük kuvvet uygular.	2.1.A, 2.2.A, 22.1.B, 22.2.B	13,14,15	Süreç- Olay-Kasıtlı
28. Etkileşen iki cisim arasında daha aktif (daha hızlı) olan daha büyük kuvvet uygular.	2.1. C, 2.2. D, 12.1.A, 12.2.B, 12.1.D, 12.2.D, 22.1.A,C, 22.2.A,C	13,14,15	Süreç- Olay-Kasıtlı
29. Etkileşen cisimler arasında oluşan etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.	12.1.D, 12.2.D	13,14,15	Süreç- Olay-Kasıtlı
30. Etkileşen cisimler arasında yalnızca tepki kuvveti vardır.	12.1.B, 12.2. C	13,14,15	Süreç-Olay-Kasıtlı
31. Etki ve tepki kuvvetleri birbirinin etkisini yok eder.	22.1.E, 22.2.D	13,14,15,16	Süreç-Olay-Kasıtlı
32. Yatay zemin üzerinde bulunan cismin ağırlığı, zeminin tepki kuvvetinden büyüktür.	7.1.C, 7.2.D	18	Süreç- İşlem
<b>3. Kuvvet - İş - Enerji</b>			
33. Enerji harcanan her faaliyet iştir. (Günlük hayatta yapılan her türlü aktiviteye iş denir.)	14.1.A, 14.2.B, 14.1.C, 14.2.D, 19.1.A, 19.2.A	19,20,21,25,27	Süreç-Olay-Rastgele

Kavram Yanılgıları	KY ile İlişkili Soruların Numaraları	KY'nin Giderilmesi için Hazırlanan Animasyonun Numarası	Ontolojik Kategori
34. Bir cisme kuvvet uygulandığında, hareket ettirilemese bile, enerji harcadığı için iş yapılmıştır.	19.1.B, 19.2.B 19.1.C, 19.2.D 20.1.C, 20.2.E	19, 20, 27, 28	Süreç - Sınırlı Etkileşim
35. Bir cismi itip hareket ettirildiğinde, enerji harcadığı için iş yapılmıştır.	20.1.C, 20.2.E	19, 20, 21, 22, 23, 27, 28	Süreç-Sınırlı Etkileşim
36. Bir cisme kuvvet uygulanarak cisim hareket ettiriliyorsa iş yapılmıştır. (Doğrultu dikkate alınmamaktadır.)	14.1.B, 14.2.C	19, 27, 28	Süreç-İşlem
37. Bir cisme bir kuvvet etkiyorsa iş yapılır.	14.1.B, 14.2.C 21.1.A, 21.2.A 25.1.A, 25.2.B	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28	Süreç- İşlem
38. İş yapılabilmesi için kişinin enerji harcaması gerekir, örneğin bir kitap raftan düştüğünde iş yapılmamıştır.	25.1.C, 25.2.F	20	Süreç-Olay-Kasıtlı
39. Cismin hareketine dik yönde kuvvet uygulandığında iş yapılır.		19, 21, 25	Süreç-Olay-Kasıtlı
40. Üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme yapan bir cisim iş yapmıştır.	20.1.A,20.2.A, 20.1.C, 20.2.C	27, 28	Süreç-Olay-Kasıtlı
41. Harcanan enerji fazla ise yapılan iş de fazladır.	21.1.D,21.2 C, 25.1.A,25.2.C,	25, 27, 28	Süreç-İşlem
42. Kuvvet ve hareketin doğrultuları dikkate alınmaksızın daha çok kuvvet uygulayan daha çok iş yapmıştır.	21.1.A,21.2.A, 21.1.D, 21.2.C, D 25.1.A.,25.2.B	25	Süreç-İşlem
43. Kuvvet ve hareketin doğrultuları dikkate alınmaksızın, daha çok yol alan daha çok iş yapmıştır.	21.1.C,21.2.B, 25.1.A, 25.2.A	25	Süreç-İşlem
44. Sadece canlı varlıkların enerjisi vardır.		34, 35, 36	Madde-Doğal Tür-Canlı
45. Yalnızca hareket eden cisimler enerjiye sahiptir.			Süreç- Olay-Kasıtlı
46. İki cismin hızları eşitse enerjileri de eşittir.			Süreç-Olay-Kasıtlı
47. Potansiyel enerji sadece yerçekimi potansiyel enerjisi şeklindedir.	15.1.B, 15.2.A	41, 42, 43	Süreç -Olay-Kasıtlı

Kavram Yanılgıları	KY ile İlişkili Soruların Numaraları	KY'nin Giderilmesi için Hazırlanan Animasyonun Numarası	Ontolojik Kategori
48. Enerji yoktan var edilebilir.			Madde-Doğal-Cansız
49. Enerji tükenerek iş yapılır.	20.1.C,20.2. E	32	Madde-Doğal-Cansız
50. Enerji kullanılır, azalır veya tükenir.	18.1.B, 18.2.E	32, 34, 35, 36	Madde-Doğal-Cansız
<b>4. Sürtünme Kuvveti</b>			
51. Sürtünme kuvveti sürtünen cismin yüzey alanına bağlıdır.		39	Süreç-İşlem
52. Cilalı yüzeyler, mermer, su gibi maddeler pürüzsüz olduğundan, cisimlerle temas ettiklerinde sürtünme kuvveti etki etmez.		39	Süreç-Sınırlı Etkileşim-Doğal
53. Hareket etmeyen cisimlere sürtünme kuvveti etki etmez.		17	Süreç-Olay-Kasıtlı
54. Havada sürtünme olmaz. Uçan cisimlere sürtünme etki etmez.			Süreç-Olay-Kasıtlı
55. Sürtünme kuvveti, daima cismin hareket yönü ile zıt yönlü bir kuvettir.			Süreç-Olay-Kasıtlı
56. Sürtünme kuvvetinin kaynağı yüzeylerin pürüzlülüğüdür.		39, 40	Madde-Cansız
57. Sürtünme kuvveti kuvvet olarak düşünülmemektedir.		39, 40	Süreç-Olay-Kasıtlı
58. Sürtünme kuvveti, cismi hareket ettirmek için uygulanan net kuvvetten büyük olamaz.		40	Süreç-Olay-Kasıtlı
<b>5. Yaylar</b>			
59. Gerilmiş durumdaki yayda etki kuvveti vardır, tepki kuvveti yoktur.	16.1.B, 16.2.C	41	Süreç- Olay-Kasıtlı
60. Sıkıştırılmış yayda sadece etki kuvveti vardır, tepki kuvveti yoktur.	13.1.A, 13.2.A	41	Madde-Doğal-Cansız
61. Gerilmiş durumdaki yayda, etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.	16.1.B, 16.2.C	41	Süreç- Olay-Kasıtlı
62. Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolamaz.	15.1.C, 15.2.C 15.1.D, 15.2.D	34, 41, 42	Süreç- Olay-Kasıtlı

Kavram Yanılgıları	KY ile İlişkili Soruların Numaraları	KY'nin Giderilmesi için Hazırlanan Animasyonun Numarası	Ontolojik Kategori
63. Gerilmiş yayda daha fazla enerji depolanır.	15.1.D, 15.2.D	34,41,42	Süreç- Olay-Kasıtlı
64. Sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji depolanır.	15.1.C, 15.2.C	34,41,42	Süreç- Olay-Kasıtlı
<b>6. Basit Makineler</b>			
65. Basit makineler işten kazanç sağlar.	25.1.B, 25.2.D	29, 30, 31	Süreç-Olay-Kasıtlı
66. Basit makineler kuvvetten ve yoldan aynı anda kazanç sağlar.		29, 30, 31	Süreç- Olay-Kasıtlı
67. Sabit makarada kuvvetten kazanç vardır.	25.1.B, 25.2.D		Süreç-Olay-Kasıtlı

### **3.3.2.1.3.3. Onuncu Adım: Uzman Görüşlerinin Alınması ve Düzenlemelerin Devam Ettirilmesi**

Önceki adım sonunda oluşturulan kavram testi, gerekli düzeltmelerin yapılması amacıyla uzman görüşüne sunulmuştur. Öğretim üyelerinin ve fen bilgisi öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda bazı sorularda ifade değişiklikleri yapılmıştır. Daha sonra 2015-2016 eğitim-öğretim yılının birinci döneminde İstanbul'un Şişli ilçesindeki iki farklı okulda öğrenim görmekte olan toplam 115 öğrencinin katılımıyla pilot çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmanın ardından, test sorularının madde analizi yapılmış ve testin güvenilirliği hesaplanmıştır. Madde güçlük indeksleri, madde ayırt edicilik indeksleri ve testin güvenilirliği ile ilgili bulgular 'İki aşamalı kuvvet ve hareket konusu kavram testi analizi' bölümünde daha detaylı olarak açıklanmaktadır. Yirmibeş sorudan oluşan Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin güvenilirliğinin belirlenmesi amacıyla Cronbach's Alpha katsayısı hesaplanmış ve bu değer 0,807 olarak bulunmuştur. KHKKT'nde yer alan maddelerin güçlük indeksleri 0,14 ile 0,48 arasında, ayırt edicilik indeksleri ise 0,23 ile 0,58 arasında değişmektedir. Testte bulunan 25 maddenin hepsinin güçlük ve ayırt edicilik değerleri kabul edilebilir seviyede olduğundan, testten herhangi bir maddenin çıkarılmasına gerek duyulmamıştır.

### 3.3.2.2. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Maddelerinin Ontolojik Açidan İncelenmesi

İki aşamalı test olan Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin oluşturulması sırasında takip edilen adımlar önceki bölümde detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Test sorularının gerekçe kısmında yer alan seçenekler, kavramın hangi ontolojik kategoriye yerleştirildiğini belirleyecek şekilde düzenlenmiştir. Testte yer alan maddelerin ontolojik incelemesi "Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sorularının Analizi" bölümünde detaylı olarak açıklanmaktadır.

### 3.3.2.3. İki Aşamalı Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Analizi

İki aşamalı teşhis testlerinin ilk aşaması bir soru kökü ve bunu takip eden, aralarında doğru cevap ve çeldiricilerin bulunduğu cevap seçeneklerinden oluşmaktadır. İki aşamalı testleri çoktan seçmeli testlerden ayıran özelliği ikinci aşamasıdır. Bu bölümde, öğrencinin ilk aşamada işaretlediği seçeneği, işaretleme gerekçesi sorulmaktadır. Birçok araştırmacı (Tan ve diğ., 2002; Voska & Heikkinen, 2000; Tyson ve diğ., 1999; Mann & Treagust, 1998; Odom & Barrow, 1995; Garnett & Treagust, 1992; Peterson ve diğ., 1989; Haslam & Treagust, 1987; Treagust & Chittleborough, 2001; Treagust vd., 2002; Treagust vd., 1996; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Özalp, 2008; Sarı, 2014; Topalsan, 2015) tarafından kullanılmış olan iki aşamalı testlerin türleri ve içerikleri Tablo 3.12'de özetlenmektedir.

**Tablo 3.12. İki Aşamalı Testlerin Türleri ve İçerikleri**

İki Aşamalı Testlerin Türleri	I. Aşama	II. Aşama
1. Çoktan seçmeli iki aşamalı testler	Çoktan seçmeli	Çoktan seçmeli (+Açık uçlu)
2. Sınıflama gerektiren iki aşamalı testler	Doğru - Yanlış	Çoktan seçmeli (+Açık uçlu)
3. Açık uçlu iki aşamalı testler	Çoktan seçmeli	Açık uçlu

Tablo 3.12'y göre iki aşamalı testler, çoktan seçmeli, sınıflama gerektiren ve açık uçlu olmak üzere üç türdür. Bunların ilkinin iki aşaması da çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. İkinci türün ilk aşaması doğru-yanlış sorularından, ikinci aşaması ise çoktan seçmeli ve açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Üçüncü türün ise ilk aşaması

çoktan seçmeli sorular içerirken, ikinci aşamada gerekçenin öğrenci tarafından yazılması istenmektedir, yani açık uçludur.

Bu çalışmada kullanılan Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi birinci türe, yani iki aşamanın da çoktan seçmeli sorulardan oluştuğu iki aşamalı test türüne örnektir. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar şu şekilde değerlendirilmiştir: Test sorusunun her iki aşamasına da doğru cevap verilmişse 2 (iki) puan, iki aşamanın herhangi birine doğru cevap verilmişse 1 (bir) puan, her iki aşamaya da yanlış cevap verilmişse veya boş bırakılmışsa 0 (sıfır) puan verilmiştir. Buna göre testte 25 soru bulunduğundan, alınabilecek en yüksek puan 50 (elli), en düşük puan ise 0 (sıfır)'dır. KHKKT'nden alınan yüksek puan, düşük düzeyde kavram yanlışlığına, testten alınan düşük puan ise yüksek düzeydeki kavram yanlışlığına işaret etmektedir. 2015-2016 eğitim-öğretim yılında 115 yedinci sınıf öğrencisine uygulanan pilot çalışmanın ardından, elde edilen veriler doğrultusunda test maddelerinin güçlük ve ayırt edicilik indeksleri ile Cronbach's Alpha katsayıları hesaplanmıştır. Bu değerleri hesaplayabilmek için öncelikle 115 öğrencinin 25 adet iki aşamalı sorudan oluşan teste verdikleri cevaplar incelenmiş ve puanlanmıştır. Öğrencilerin her soruya verdikleri cevaplar ve aldıkları toplam puanlar Excel sayfasına eklenmiştir.

Soruların ayırt edicilik indekslerinin hesaplanabilmesi için üst grup ve alt grup tayinine gidilmiştir. Bunun için de öğrenciler aldıkları puanlara göre en yüksek olandan en düşük olana doğru sıralanmıştır. Daha sonra uygulamaya katılan öğrencilerin %27'si hesaplanmış ve 115 öğrencinin %27'si 31 olarak bulunmuştur. Testin üst ve alt grubunu belirleyebilmek için puan sırasına göre sıralanan öğrencilerden en yüksek alan 31 kişi ve en düşük alan 31 kişi belirlenmiştir. Soruların ayırt edicilik indekslerini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$R_{jx} = \frac{N(dü) - N(da)}{N}$$

Bu formüldeki  $R_{jx}$  maddenin ayırt edicilik indeksini,  $N(dü)$  maddeyi üst gruptakilerden doğru cevaplayanların sayısını,  $N(da)$  maddeyi alt gruptakilerden doğru cevaplayanların sayısını,  $N$  ise üst veya alt gruptan herhangi birisindeki birey sayısını ifade etmektedir.

Madde seçiminde ayırt edicilik için kesin bir sınır belirtilmemekle birlikte, ayırt edicilik indeksi 0,19 ve daha küçük olan maddelerin çok zayıf olduğu ve testten çıkarılması



gerektiği, 0,20 ve 0,29 arasındaki maddelerin düzeltilmesi ve geliştirilmesi gerektiği, 0,30 ve 0,39 arasındaki maddelerin oldukça iyi madde olduğu, yine de geliştirilebilir nitelikte olduğu, 0,40 ve daha büyük maddelerin ise çok iyi madde oldukları genel olarak kabul edilen bir görüştür.

Testte yer alan soruların güçlük indekslerini hesaplayabilmek için aşağıdaki formül kullanılmıştır. Bu formülde yer alan  $P_i$  güçlük indeksini,  $N_d$  soruyu doğru cevaplayanların sayısını,  $N$  ise tüm cevaplayıcıların sayısını ifade etmektedir.

$$P_i = \frac{N_d}{N}$$

Maddenin güçlük indeksi 1,00'e yaklaştıkça sorunun kolaylaştığı, 0,00'a yaklaştıkça da sorunun zorlaştığı sonucuna varılabilir. Soruların orta güçlükte olması yani 0,50 civarında olması istenilen bir düzeydir. Maddenin güçlük indeksi 0,29 ve altında olan maddeler zor, 0,30 ve 0,49 arasında olan maddeler orta güçlükte, 0,50 ve 0,69 arasında olan maddeler kolay, 0,70 ve 1,00 arasında olan maddeler ise çok kolay olarak değerlendirilebilir.

Pilot çalışmanın ardından elde edilen veriler değerlendirilerek, Excel ve SPSS programlarının yardımıyla testteki her madde için güçlük ve ayırt edicilik indeksleri ile testin Cronbach Alpha değeri hesaplanmıştır. KHKKT'nde yer alan her bir maddenin güçlük ve ayırt edicilik indeksleri Tablo 3.13'de verilmiştir.

**Tablo 3.13. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sorularının Güçlük İndeksleri ile Ayırt Edicilik İndeksleri**

Soru Numarası	Güçlük İndeksi	Ayırt Edicilik İndeksi
1.1.	0,24	0,48
1.2.	0,24	0,45
2.1.	0,23	0,42
2.2.	0,17	0,35
3.1.	0,30	0,26
3.2.	0,25	0,26
4.1.	0,27	0,23
4.2.	0,24	0,23
5.1.	0,17	0,23
5.2.	0,30	0,29
6.1.	0,28	0,42

Soru Numarası	Güçlük İndeksi	Ayrırt Edicilik İndeksi
6.2.	0,36	0,23
7.1.	0,14	0,23
7.2.	0,45	0,23
8.1.	0,41	0,48
8.2.	0,28	0,32
9.1.	0,46	0,39
9.2.	0,36	0,39
10.1.	0,27	0,23
10.2.	0,31	0,26
11.1.	0,28	0,23
11.2.	0,17	0,23
12.1.	0,47	0,42
12.2.	0,37	0,42
13.1.	0,48	0,45
13.2.	0,43	0,45
14.1.	0,28	0,42
14.2.	0,40	0,48
15.1.	0,31	0,23
15.2.	0,35	0,23
16.1.	0,30	0,48
16.2.	0,30	0,48
17.1.	0,28	0,29
17.2.	0,22	0,35
18.1.	0,47	0,58
18.2.	0,37	0,35
19.1.	0,34	0,42
19.2.	0,37	0,32
20.1.	0,31	0,39
20.2.	0,36	0,39
21.1.	0,35	0,42
21.2.	0,29	0,42
22.1.	0,25	0,23
22.2.	0,18	0,23
23.1.	0,36	0,32
23.2.	0,30	0,29
24.1.	0,26	0,23
24.2.	0,23	0,23

Soru Numarası	Güçlük İndeksi	Ayırt Edicilik İndeksi
25.1.	0,23	0,23
25.2.	0,17	0,23

Tablo 3.13 incelendiğinde, KHKKT'nde yer alan maddelerin güçlük indekslerinin 0,14 ile 0,48 arasında, ayırt edicilik indekslerinin ise 0,23 ile 0,58 arasında değiştiği görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle, testten herhangi bir sorunun çıkarılmasına gerek duyulmamıştır. Tablo 3.13'e göre Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde yer alan orta güçlükteki maddelerin 3.1., 5.2., 6.2., 7.2., 8.1., 9.1., 9.2., 10.2., 12.1., 12.2., 13.1., 14.1., 14.2., 15.1., 15.2., 16.1., 16.2., 18.1., 18.2., 19.1., 19.2., 20.1., 20.2., 21.1., 23.1., 23.2. numaralı sorular olduğu görülmektedir. Öğrencilerin en çok zorlandıkları sorular ise en düşük güçlük indeksleriyle 2.2., 7.1., 11.2, 22.2. ve 25.2. numaralı sorulardır. Bu soruların ayırt edicilik indeksleri kabul edilebilir düzeyde olduklarından testten çıkarılmamışlardır. Ayırt edicilik indeksleri en yüksek olan sorular ise, 1.1., 1.2., 2.1., 6.1., 8.1., 12.1., 12.2., 13.1., 13.2., 14.1., 14.2., 16.1., 16.2., 18.1., 19.1., 21.1. ve 21.2. numaralı sorulardır. Ayırt ediciliği en düşük olan sorular ise, 4.1., 4.2., 5.1., 6.2., 7.1., 7.2., 10.1., 11.1., 11.2., 15.1., 15.2., 22.1., 22.2., 24.1., 24.2., 25.1. ve 25.2. numaralı sorulardır.

Yirmibeş adet iki aşamalı sorudan oluşan Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin güvenilirliğinin belirlenebilmesi için SPSS programında Cronbach's Alpha katsayısı hesaplanmış ve bu değer 0,807 olarak bulunmuştur.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi maddelerinin Cronbach's Alpha katsayısı için yapılan madde analizi Tablo 3.14'te görülmektedir. Tablo 3.14'teki değerler incelendiğinde, testten soru çıkarılmasına gerek olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yapılan bu çalışmaların ardından, öğrencilerin Kuvvet ve Hareket konusu ile ilgili kavram anlama düzeylerinde anlamlı bir farklılık olup olmadığını ölçmek için kullanılacak geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Ek 9'da sunulmuştur.

**Tablo 3.14. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sorularının Cronbach's Alpha Katsayısı İçin Madde Analizi**

Soru Numarası	Soru Çıkarıldığında Ortalama	Soru-Test Korelasyonu	Soru Çıkarıldığında Cronbach's Alpha Katsayısı
1.1.	14,93	,404	,800
1.2.	14,93	,401	,800
2.1.	14,95	,391	,801
2.2.	15,00	,417	,800
3.1.	14,89	,200	,806
3.2.	14,92	,237	,805
4.1.	14,90	,142	,807
4.2.	14,93	,164	,807
5.1.	15,00	,236	,805
5.2.	14,87	,207	,806
6.1.	14,90	,244	,804
6.2.	14,83	,068	,810
7.1.	15,03	,286	,804
7.2.	14,72	,163	,807
8.1.	14,77	,458	,798
8.2.	14,90	,189	,806
9.1.	14,71	,263	,804
9.2.	14,81	,301	,803
10.1.	14,90	,242	,805
10.2.	14,86	,188	,806
11.1.	14,90	,051	,810
11.2.	15,01	,148	,807
12.1.	14,70	,280	,803
12.2.	14,81	,242	,805
13.1.	14,70	,269	,804
13.2.	14,75	,278	,803
14.1.	14,90	,450	,799
14.2.	14,77	,345	,801
15.1.	14,86	,157	,807
15.2.	14,83	,097	,809

Soru Numarası	Soru Çıkarıldığında Ortalama	Soru-Test Korelasyonu	Soru Çıkarıldığında Cronbach's Alpha Katsayısı
16.1.	14,88	,367	,801
16.2.	14,88	,321	,802
17.1.	14,90	,304	,803
17.2.	14,96	,345	,802
18.1.	14,70	,322	,802
18.2.	14,81	,184	,806
19.1.	14,83	,288	,803
19.2.	14,81	,234	,805
20.1.	14,86	,285	,803
20.2.	14,82	,282	,803
21.1.	14,83	,247	,804
21.2.	14,89	,294	,803
22.1.	14,92	,239	,805
22.2.	14,99	,252	,804
23.1.	14,82	,180	,806
23.2.	14,87	,160	,807
24.1.	14,91	,177	,806
24.2.	14,95	,176	,806
25.1.	14,94	,198	,806
25.2.	15,00	,179	,806

### 3.4. Çalışma Kapsamında Oluşturulan Öğretim Materyallerinin Hazırlanması

Bu çalışmada, Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerine, Fen Bilimleri dersi öğretim programında yer alan "Kuvvet ve Hareket" konusuyla ilgili kavramları öğretebilmek amacıyla çeşitli animasyonlar geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Kuvvet ve Hareket konusuyla ilgili toplam 43 adet etkileşimli animasyon geliştirilmiştir. Animasyon destekli öğretimin gerçekleştirilebilmesi için hazırlanan bu öğretim materyalleri, yedi farklı aşama sonucunda oluşturulmuştur. Topalsan (2015)'ın çalışmasında, öğretim materyallerini geliştirmek amacıyla takip ettiği basamaklara benzer aşamalar bu çalışmada da gerçekleşmiştir. Bu aşamalar aşağıda açıklanmıştır.

### **I. Aşama: Ortaokul Yedinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının İncelenmesi:**

Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin, "Kuvvet ve Hareket" konusuyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermek amacıyla geliştirilen öğretim materyallerinin, öğretim programına uygun olması gerekmektedir. Bu amaçla, Ortaokul Fen Bilimleri dersi öğretim programı detaylı bir şekilde incelenmiş ve öğretim materyallerinin içeriğine karar verilmiştir. Bu inceleme sonucunda, geliştirilen animasyonlarda üzerinde durulmasına karar verilen konular şunlardır: Kinematik, dinamik, iş, enerji dönüşümleri, kinetik enerji, potansiyel enerji, basit makineler, sürtünme kuvveti, yaylarda depolanan enerji.

### **II. Aşama: Kavram Yanlışlarının Belirlenmesi:**

Kuvvet ve hareket konusuyla ilgili öğrencilerin genellikle sahip oldukları kavram yanlışları, detaylı bir literatür taraması sonucu, çeşitli çalışmaların incelenmesiyle belirlenmiştir. Belirlenen bu kavram yanlışları ile ilgili daha detaylı bilgiye çalışmanın literatür bölümünde yer verilmiştir. Bu kavram yanlışlarını giderebilmek amacıyla animasyonlar özel olarak tasarlanmıştır.

### **III. Aşama: Kavram Testinin Oluşturulması:**

Yapılan çalışmaların ardından, 25 soruluk iki aşamalı Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi geliştirilmiştir. Kavram testinin geliştirilmesi sırasında izlenen basamaklar daha detaylı olarak "İki aşamalı kavram yanlışları teşhis testinin geliştirilmesi" bölümünde açıklanmıştır. Geliştirilen kavram testinin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları pilot uygulamanın ardından gerçekleştirilmiştir.

### **IV. Aşama: Kavram Yanlışlarının Ontolojik Açından Değerlendirilmesi:**

Kavram testinin ön test olarak uygulanması sonucu, belirlenen kavram yanlışları ontolojik açıdan incelenmiş ve bu kavram yanlışlarının nedenleri ontoloji temelinde ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının kaynaklarına ulaşıldıktan sonra, bu kavram yanlışlarını gidermeye yönelik öğretim materyalleri tasarlanmıştır.

### **V. Aşama: Kavram Yanılgılarının Ontolojik Değerlendirilmesine Göre Öğretim Materyallerinin Hazırlanması:**

Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları ve bu yanılgıların olası ontolojik nedenleri dikkate alınarak, kavramsal değişimin amaçlandığı animasyonlar geliştirilmiştir. Oluşturulan her bir animasyonun hangi kavram yanılgılarını gidermek ve hangi kazanımları sağlamak amacıyla hazırlandığı hakkındaki daha detaylı bilgiye "Animasyon destekli öğretimde kullanılmak üzere geliştirilen öğretim materyalleri - Animasyonlar" bölümünde ve Ek 8'de yer verilmiştir.

### **VI. Aşama: Öğretim Materyallerinin Pilot Uygulamalarının Yapılması:**

Geliştirilen öğretim materyallerinin pilot uygulaması 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Şişli'de bulunan bir devlet ortaokulunda yapılmıştır. Elde edilen deneyimler göz önünde bulundurularak ve öğrenci, öğretmen ve öğretim üyelerinin görüş ve önerileri dikkate alınarak, animasyonlarda gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

### **VII. Aşama: Öğretim Materyallerinin Asıl Uygulamasının Yapılması:**

Pilot çalışmanın yapılmasının ardından, elde edilen dönütlerle öğretim materyallerinde gerekli düzenlemeler yapılmış ve öğretim materyalleri son şeklini almıştır. Ardından 2015-2016 eğitim-öğretim yılında öğretim materyallerinin uygulandığı, öğretim süreci gerçekleştirilmiştir.





uygulama, öğrencilere Kuvvet ve Hareket konusu ile ilgili daha sonraki yıllardaki çalışmalarında da yardımcı olabilmesi amacıyla konu bütünlüğü düşünülerek hazırlanmıştır. Uygulamanın içindeki bazı animasyonlarla ilgili kavramlar 2015-2016 eğitim-öğretim yılı 7. sınıf müfredatına dahil olmadığı için bu animasyonlar uygulamada kullanılmamıştır. 'Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Animasyonlar' uygulamasında; Kinematik konusuyla ilgili 2 animasyon, Newton'un 1. Kanunu olan eylemsizlik prensibi ile ilgili 3 animasyon, Newton'un 2. Kanunu olan dinamiğin temel prensibi ile ilgili 7 animasyon, Newton'un 3. Kanunu olan etki-tepki prensibi ile ilgili 6 animasyon, İş konusuyla ilgili 10 animasyon, İş Yapma Kolaylığı Sağlayan Basit Makineler ile ilgili 3 animasyon, Kuvvet-İş-Enerji konusuyla ilgili 7 animasyon, Sürtünme Kuvveti ile ilgili 2 animasyon, Yaylar ile ilgili 3 animasyon yer almaktadır. Bu animasyonların hepsi etkileşimli olup, sorulan sorulara verilen cevaplara göre açıklama metinleri çıkmaktadır. Öğrenci kavramı anlayana kadar tekrar tekrar izleyebilmektedir, ileri/geri gitme, durdurma/oyun butonları sayesinde animasyonları etkili şekilde kullanabilmektedir. Verilen doğru/yanlış cevaplara göre anında geri bildirim verilir. Hazırlanan 43 animasyonun bir kısmı animasyon, bir kısmı simülasyon, bir kısmı da oyun tarzındadır. Bir animasyon izlendikten sonra uygulamadan çıkmadan 'Ev' butonuna basarak ana menüye geçilebilir ve oradan istenilen başka bir animasyon seçilerek izlenebilir. Hazırlanan bu animasyonların konulara göre dağılımları, ekran görüntüleri ve başlıkları Tablo 3.13'te görülmektedir. Uygulama içerisinde yer alan animasyonlar ile ilgili daha detaylı bilgi ve ekran görüntüleri sonraki bölümlerde sunulmaktadır. Bu çalışma için hazırlanan animasyonlar Adobe CS6 serisinden Adobe Flash Professional CS6 programı kullanılarak hazırlanmıştır. Animasyonlarda yer alan karakterlerin ve arka planların birçoğu <http://www.cartoonsolutions.com/> adresindeki "Cartoon Solutions (2015)" isimli sitedeki tasarımlardan yararlanılarak üretilmiştir. Yaylardaki uzama miktarı ile kuvvet arasındaki ilişkiyi gösteren simülasyonlar ve enerji dönüşümleri ile ilgili olan etkinlikler PhET (2014) simülasyonlarından esinlenerek hazırlanmıştır.

Öğrencilere animasyonları izlettirmeye başlamadan önce, hedeften haberdar etmek ve merak uyandırmak amacıyla içerikte yer alan bütün animasyonların ekran görüntülerinin hızlı bir şekilde gösterildiği tanıtım videosu gösterilir. Tanıtımda yer alan görüntüler Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te gösterilmektedir.



**Şekil 3.3. Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Animasyonlar Uygulamasında Yer Alan Animasyonların Tanıtımı 1**



**Şekil 3.4. Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Animasyonlar Uygulamasında Yer Alan Animasyonların Tanıtımı 2**

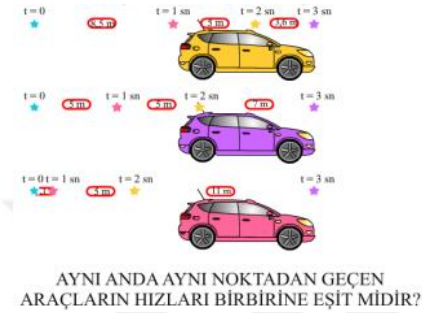
Deney grubunda uygulanmak üzere geliştirilen animasyonların Kuvvet ve Hareket konularına göre dağılımı Tablo 3.13'te görülmektedir. Buna göre, 1 ve 2 numaralı animasyonlar kinematik, 3, 4 ve 5 numaralı animasyonlar 'Newton'un 1. Kanunu (Eylemsizlik Prensibi)', 6-12 arasındaki animasyonlar 'Newton'un 2. Kanunu (Dinamiğin Temel Prensibi)', 13-18 arasındaki animasyonlar 'Newton'un 3. Kanunu (Etki-Tepki Prensibi)', 19-28 arasındaki animasyonlar 'İş', 29-31 arasındaki animasyonlar 'İş Yapma Kolaylığı Sağlayan Basit Makineler', 32-38 arasındaki animasyonlar 'Kuvvet - İş - Enerji', 39 ve 40 numaralı animasyonlar 'Sürtünme Kuvveti', 41-43 arasındaki animasyonlar da 'Yaylar' ile ilgilidir.

**Tablo 3.15. Animasyonların Kuvvet ve Hareket Konularına Göre Dağılımı**

**Animasyonların Konulara Göre Dağılımı**

**1. Kinematik:**

1



Aynı anda aynı noktadan geçen araçların hızları birbirine eşit midir?

2



Farklı ağırlıktaki cisimler aynı yükseklikten bırakılırsa hangisi daha önce yere varır?

**2. Dinamik (Newton'un Kanunları)**

**2.1. Newton'un 1. Kanunu (Eylemsizlik Prensibi)**

3



Emniyet kemeri bağlanmadan yumurta taşıyan bir aracın önüne engel çıkarsa ne olur? (Emniyet kemerinin önemi)

4



## Animasyonların Konulara Göre Dağılımı

### 2.1. Newton'un 1. Kanunu (Eylemsizlik Prensibi)

5



Asansörde ağırlığımız değişebilir mi?

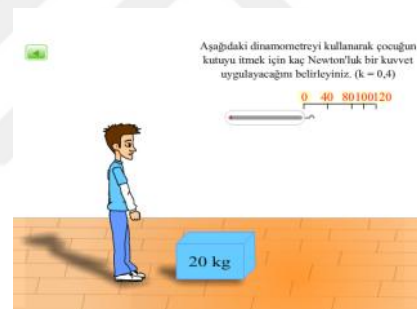
### 2.2. Newton'un 2. Kanunu (Dinamiğin Temel Prensibi)

6



Cisme etkiyen net kuvvetin hesaplanması

7



Net Kuvvet - Kütle - İvme İlişkisi  
( $F = m.a$ )

8



Hareketin yönü ile net kuvvetin yönü farklı olabilir mi?

9



Yukarıya doğru fırlatılan bir topa etkiyen kuvvetler nelerdir?



## Animasyonların Konulara Göre Dağılımı

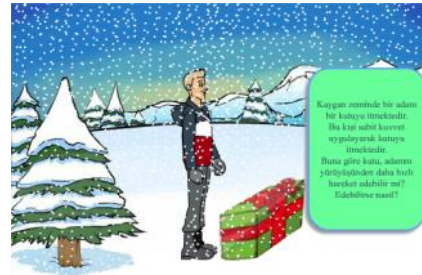
### 2.2. Newton'un 2. Kanunu (Dinamiğin Temel Prensibi)

10



Yatay yönde vurularak hareket ettirilen bir topa hareketi boyunca etkiyen kuvvetler nelerdir?

11



Sürtünmesiz yüzeyde sabit kuvvetle itilen kutu, iten kişinin hızından daha hızlı hareket edebilir mi? Edebilirse nasıl?

12



Çekçek oyuncuğa etkiyen net kuvvet ve yaptığı hareketin çeşidi

### 2.3. Newton'un 3. Kanunu (Etki-Tepki Prensibi)

13



Duvarı ittiğimizde duvar da elimize bir kuvvet uygular mı? Uygularsa bu kuvvetin büyüklüğü hakkında ne söylenebilir?

14

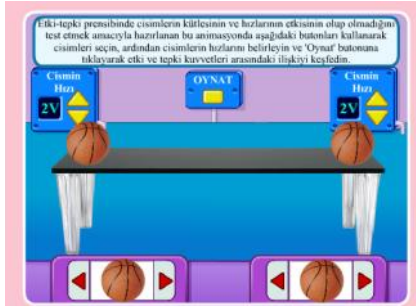


Etkileşen iki cisim arasındaki kuvvetlerin ilişkisinin keşfi

## Animasyonların Konulara Göre Dağılımı

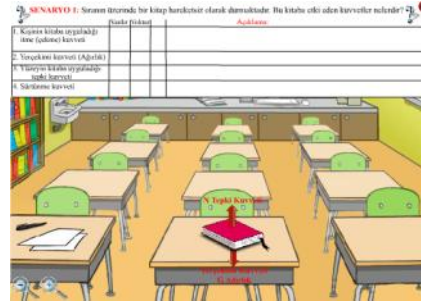
### 2.3. Newton'un 3. Kanunu (Etki-Tepki Prensibi)

15



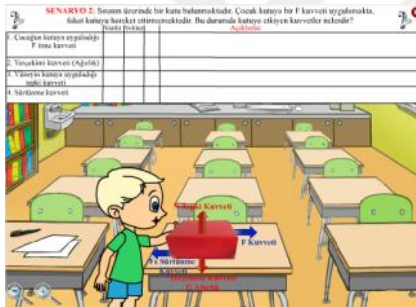
Etkileşen iki cisim arasındaki kuvvetlerin ilişkisinin keşfi

16



Durağan haldeki bir cisme etkiyen kuvvetler nelerdir?

17



Kuvvet uygulanarak itilen ve hareket ettirilen cisme etkiyen kuvvetler nelerdir?

18



Büyük ve ağır bir kayanın hareket etmemesinin sebebi nedir?

### 3. İş - Hangisi İştir?

19



Sınıfta yapılan çeşitli aktivitelerden hangileri iştir? hangileri iş değildir?

20



Halterci halteri kaldırırken mi, havada tutarken mi, yoksa aşağı indirirken mi iş yapar?

---

## Animasyonların Konulara Göre Dağılımı

---

### 3. İş - Hangisi İştir?

---

21



Hangisi iştir? Çantayı sallamadan yürümek mi? Sallayarak yürümek mi?

22



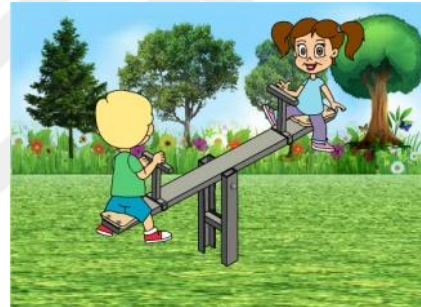
Çanta taşıyarak merdiven çıkmak iş midir?

23



Supermarket arabasını iten kişi iş yapar mı?

24



Tahterevallide oynayan çocuklar iş yapar mı?

25



Hangisi iştir? Boş bardakları taşımak mı? Dolu bardakları taşımak mı? Yoksa ikisi de iş değil midir?

26



Kaydırdaktan kayan çocuk iş yapar mı?

---



## Animasyonların Konulara Göre Dağılımı

### 3. İş - Hangisi İştir?

27



Halat çekme yarışında yenen takım mı yenilen takım mı iş yapar?

28



Çocuk ile köpeğinin oynadığı kurdele çekme oyununda kim iş yapar? Kazanan mı? Kaybeden mi?

### 4. İş Yapma Kolaylığı Sağlayan Basit Makineler

29



Odada bulunan çeşitli eşyalardan hangileri basit makinedir? Bunlar hangi tip basit makineye örnektir?

30



Basit makineleri sınıflandırma oyunu 1

31



Basit makineleri sınıflandırma oyunu 2



## Animasyonların Konulara Göre Dağılımı

### 5. Kuvvet - İş - Enerji

32



Bisiklet pedalinı çevirerek iş yap, enerji kazan, bu enerjiyi tekrar iş yapmakta kullan

33



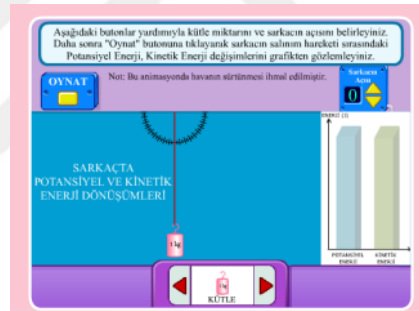
Salıncak salınımında kuvvet, iş, enerji ilişkisinin keşfi

34



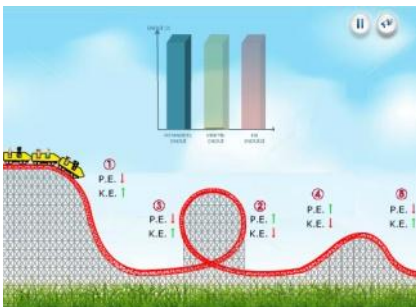
Yayın salınımındaki kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri

35



Sarkaç salınımındaki kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri

36



Roller Coaster'da (hız treninde) enerji dönüşümleri

37



Farklı kütlelerdeki kayakçıların durma mesafeleri

## Animasyonların Konulara Göre Dağılımı

### 5. Kuvvet - İş - Enerji

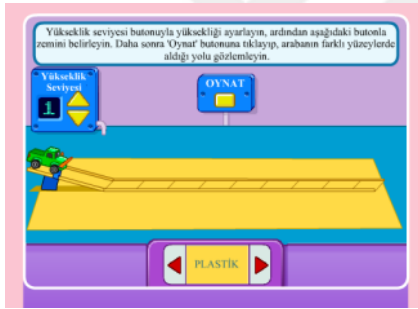
38



Yere doğru fırlatılan topun ulaşacağı yükseklik

### 6. Sürtünme Kuvveti

39



Sürtünme kuvvetinin hangi yüzeylerde büyük, hangi yüzeylerde küçük olduğunun keşfi

40



Kaykacıya etkiyen net kuvvet ve yaptığı hareket çeşidi

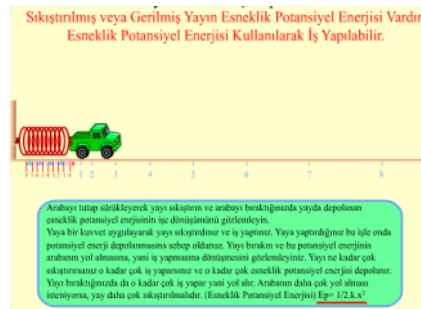
### 7. Yaylar

41



Sarmal yayların özelliklerini keşfedelim

42

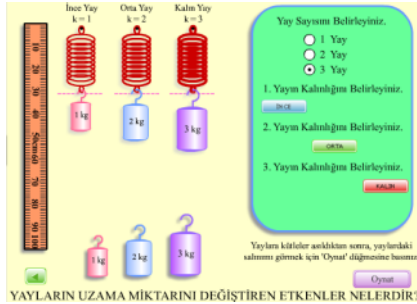


Yayın esneklik potansiyel enerjisinden faydalanılarak iş yapılması

## Animasyonların Konulara Göre Dağılımı

### 7. Yaylar

43



Yayların uzama miktarını etkileyen faktörler nelerdir?

Çalışmanın bu bölümünde, deney grubunda yürütülen animasyon destekli öğretim sırasında uygulanmak üzere, 'Kuvvet ve Hareket' konusuyla ilgili geliştirilen 43 adet animasyondan sadece ilki aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır. Diğer animasyonlar ile ilgili detaylı bilgiye Ek 8'de ulaşılabilmektedir. Animasyonların nasıl uygulandığı, hangi kazanımların hedeflendiği ve hangi kavram yanlışlarının giderilmesinin amaçlandığı Ek 8'de yer alan "Animasyon Destekli Öğretim Yönteminde Uygulanmak Üzere Geliştirilen Animasyonlar" bölümünde detaylı olarak açıklanmaktadır.

#### 1. Animasyon: Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir?

Animasyon destekli öğretim yönteminin kullanıldığı deney grubunda uygulanan "Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir?" isimli ilk animasyon, Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin 17. sorusunda belirlenen kavram yanlışlarını gidermek amacıyla hazırlanmıştır. 1. animasyonun ekran görüntüleri sonraki sayfalarda görülmektedir.

Bu animasyonun uygulanması sonucunda şu kazanımlar elde edilir:

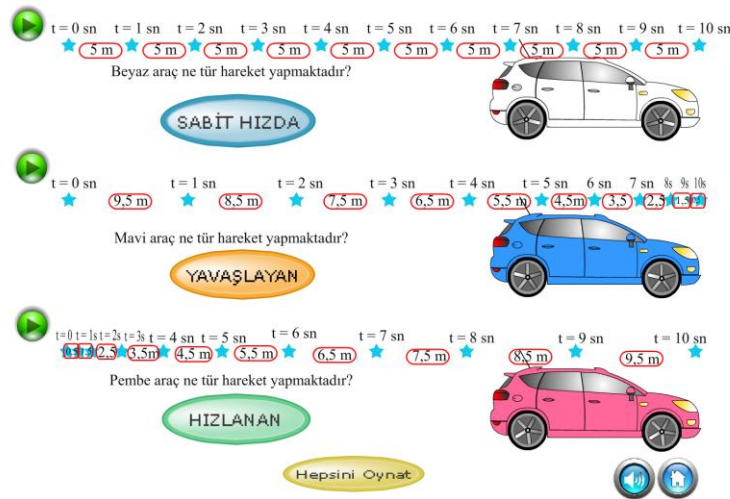
- Süratin birim zamanda alınan yol miktarı olduğunu keşfeder.
- Hareketlinin birim zamanda aldığı yol miktarındaki değişime göre hangi hareketi yaptığını belirtir.

- Aynı anda aynı noktadan geçen hareketlilerin anlık hızlarının farklı olabileceğini fark eder.

Animasyonun uygulanması sırasında giderilmesi hedeflenen kavram yanlışları ise şunlardır:

- Cisimler hareketleri sırasında yan yana geldikleri anda hızları eşittir.
- Bir cismin sabit hızda gidebilmesi için sabit kuvvet gereklidir.

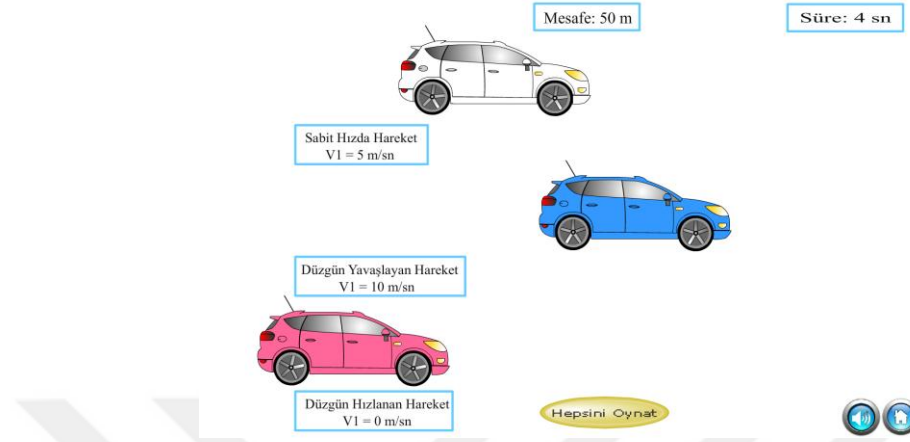
Bu animasyon üç bölümden oluşmaktadır. Animasyonun ilk bölümünde sahnede farklı hareketler yapan üç tane araba görülmektedir. Bu arabaların birim zamanda aldıkları yol miktarındaki değişime dikkat ederek, öğrencilerin bu arabaların ne tür hareket yaptıklarını belirtmeleri istenmektedir. Bu uygulama ile arabaların birim zamanda aldıkları yol miktarındaki artış, azalış veya sabit kalmaya bağlı olarak hızlanan, yavaşlayan veya sabit süratte hareket yaptıklarını keşfedilmesi amaçlanmaktadır.



**Şekil 3.5. Birinci Animasyon: Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir? - Farklı Hareketlerin Keşfedilmesi**

Animasyonun ikinci bölümünde, aynı sürede aynı mesafeyi alan fakat farklı hareketler yapan üç araç görülmektedir. Bu araçlar eşit sürede eşit yol almalarına rağmen birinin hızlanan, diğerinin yavaşlayan, bir diğerinin ise sabit hızda hareket yapabileceği vurgulanmıştır. Animasyonun üçüncü bölümünde ise, "Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi"nin 17. sorusunda olduğu gibi farklı hareketler yapan üç araç görülmektedir. Bu araçlar 3. ve 5. saniyede aynı noktadan geçmektedirler, fakat sadece 1-2 sn arasında eşit hızda gitmektedirler. Bu animasyon izlendikten sonra öğrencilere bu

araçların hızlarının aynı olduğu bir an olup olmadığı, varsa kaçınıcı saniyede hızlarının eşit olduklarını düşündükleri sorulmaktadır.



**Şekil 3.6. Birinci Animasyon: Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir? - Aynı Zamanda Aynı Yolu Alan Hareketliler Farklı Hareketler Yapabilir**

Öğrencilerin bu aşamada verdikleri cevaba göre, kavram yanılgıları olduğu tespit edilirse, bu kavram yanılgılarını gidermek amacıyla, daha detaylı açıklamaların olduğu sayfaya yönlendirilmektedirler. Bu açıklama sayfasında, sürat kavramının birim zamanda alınan yol miktarı olduğu ve aynı anda aynı noktadan geçmeyle bir bağlantısının bulunmadığı üzerinde durulmuştur. Bu animasyon ile bazı öğrencilerin sahip olabileceği, araçların yan yana geldikleri anlarda hızlarının eşit olduğu yönündeki kavram yanılgılarının giderilmesi amaçlanmıştır.

### 3.6. Öğretim Planının Uygulanması

Araştırma 2015-2016 eğitim-öğretim yılının I. döneminde, 16 Kasım - 25 Aralık 2015 tarihleri arasında 6 haftalık zaman zarfında, İstanbul'un Şişli ilçesinde yer alan bir devlet ortaokulunun 7. sınıfında öğrenim görmekte olan 2 farklı sınıfla gerçekleştirilmiştir. Haftalık programda Fen Bilimleri dersi için 4 ders saati süre ayrılmıştır. Fen Bilimleri dersinin öğretim programında 'Kuvvet ve Hareket' konusunun işlenmesi için 6 haftalık süreçte, toplam 24 ders saati süre ayrılmıştır. Eğitimci etkisini kontrol edebilmek amacıyla, çalışmaya katılan gruplar aynı öğretmenin eğitim verdiği sınıflar arasından rastgele şekilde seçilmiştir. Kontrol grubunda 26 (9 kız, 17 erkek) yedinci sınıf

öğrencisi, deney grubunda da 26 (11 kız, 15 erkek) yedinci sınıf öğrencisi çalışmaya katılmıştır.

Çalışmada kullanılmak üzere hazırlanan 'Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi' ile 'Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin geçerlilik ve güvenilirlik analizinin yapılabilmesi için 2015-2016 eğitim-öğretim yılında İstanbul'un Şişli ilçesinde yer alan iki devlet ortaokulunda pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamaya, okullardan birinden 63 (30 kız, 33 erkek) yedinci sınıf öğrencisi, diğerinden de 52 (20 kız, 32 erkek) yedinci sınıf öğrencisi olmak üzere toplam 115 öğrenci (50 kız, 65 erkek) katılmıştır.

Araştırmanın gerçekleştirilme süreci üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümünü yedinci sınıfta okumakta olan öğrencilerin öğretim sürecinden önce Kuvvet ve Hareket konusunda yer alan kavramlarla ilgili sahip oldukları bilgilerinin, kavram yanılgılarının ve bu kavram yanılgılarının ontolojik temelini tespit edilmesi; ikinci bölümünü kavramsal anlamının gerçekleşmesi ve kavram yanılgılarının giderilmesi amacıyla geleneksel ve animasyon destekli öğretim süreçlerinin uygulanması; üçüncü bölümünü ise uygulanan geleneksel ve animasyon destekli öğretim süreçlerinin öğrencilerin başarılarına ve kavramsal anlamalarına etkisinin belirlenmesi ve son durumda sahip olunan kavram yanılgılarının ve bu yanılgıların ontolojik temelini tespit edilmesi oluşturmaktadır. Araştırmanın birinci bölümünde yer alan KHKBT ve KHKKT'nin her biri ön test olarak 40 dakikalık birer ders saatinde uygulanmıştır. İkinci bölümde yer alan öğretim süreçleri için harcanan süre 20 ders saati, yani 5 haftadır. Üçüncü bölümde yer alan KHKBT ve KHKKT'nin son test uygulamaları birer ders saati içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırma, Ortaokul 7. sınıf Fen Bilimleri dersi öğretim programında yer alan kuvvet, sürtünme kuvveti, iş, enerjinin korunumu, kinetik enerji, potansiyel enerji, mekanik enerji, yayların depoladığı enerji konuları temel alınarak düzenlenmiş ve çalışma araştırmacının gözlemci olarak katılımıyla altı hafta sürmüştür. Araştırmaya 7. sınıfta öğrenim görmekte olan kontrol ve deney grubu olmak üzere iki grup katılmıştır. Kontrol grubunda Kuvvet ve Hareket konusu geleneksel öğretim yöntemleriyle (mevcut program çerçevesinde) işlenirken, deney grubunda animasyon destekli öğretim yöntemiyle işlenmiştir. Öğretim planının uygulanması için 20 ders saati, veri toplama

araçları için ihtiyaç duyulan süre ise 4 ders saatidir. Kontrol ve deney gruplarında çalışmanın tamamlanması toplam 24 ders saatinde gerçekleştirilmiştir.

### **3.6.1. Kontrol Grubunda Öğretim Planının Uygulanması**

Kontrol grubunda Kuvvet ve Hareket konusuyla ilgili kavramlar, Ortaokul yedinci sınıf Fen Bilimleri dersi ders kitabında yer alan etkinlikler ve deneyler takip edilerek, mevcut program dahilinde yer alan çeşitli etkinliklerle ders süreci devam etmiştir. Kontrol grubunda da, deney grubunda olduğu gibi öğretim için ayrılan süre 20 ders saatidir. Kontrol grubunda konu aktarımı ders kitabında önerilen etkinlik sıralamasına göre yapılmıştır. Konu etkinliklerle beraber anlatılmış ve geleneksel yöntemle dayanarak aktarılan bilgiler sonrasında etkinlikler öğrencilerle birlikte sınıf ortamında yapılmıştır. Öğrencilerin anlamadıkları konuları öğretmene sormaları ve gerekli açıklamaları almalarıyla ders işlenmeye devam etmiştir.

### **3.6.2. Deney Grubunda Öğretim Planının Uygulanması**

Kontrol grubunda uygulanan geleneksel öğretim yönteminden farklı olarak, deney grubunda animasyon destekli öğretim yöntemi uygulanmıştır. Deney grubunda uygulanan animasyon destekli öğretim için hazırlanan 43 farklı animasyonun çoğu 20 ders saati boyunca konusu geldikçe izlenmiş ve animasyonların içeriğindeki etkinlikler yapılmıştır. Hazırlanan animasyonların bir kısmı müfredat haricindeki konuları içerdiğinden, bir kısmı da zaman yetersizliğinden dolayı kullanılamamıştır.

Deney grubunda animasyon destekli öğretimin gerçekleştirilebilmesi için FATİH Projesi kapsamında sınıflara yerleştirilen akıllı tahtalardan yararlanılmıştır. Çalışmanın yapıldığı okulda her öğrencinin aynı anda bilgisayar kullanımına olanak sağlayan bilgisayar laboratuvarı bulunmadığından, akıllı tahta kullanılarak animasyonlar izlenmiş ve animasyon içeriğindeki etkinlikler farklı öğrencilerin katılımıyla ve yorumlamalarıyla gerçekleştirilmiştir. Her öğrencinin bireysel etkin katılımını sağlayacak bir ortam düzenlenebilirse ve animasyonların içindeki etkinlikleri bizzat yapmaları sağlanırsa, öğrencilerin kavramsal anlamalarında daha etkili sonuçlar elde edileceği tahmin edilmektedir.

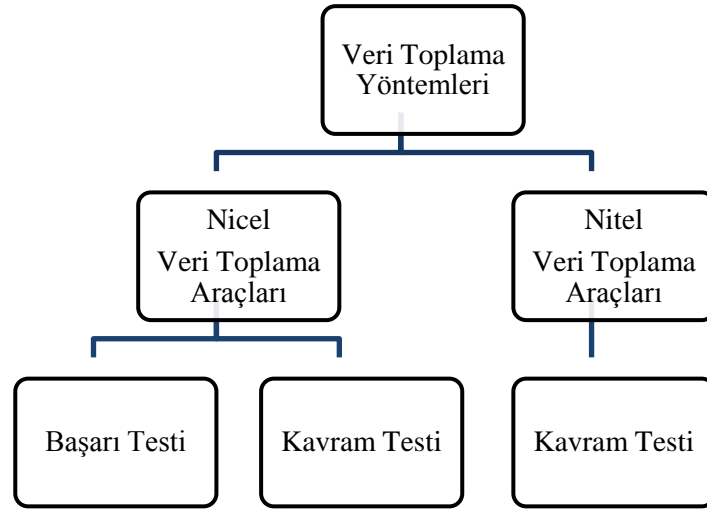
Çalışmada kullanılan animasyonların her biri farklı kavram yanlışlarını gidermeye yönelik özel olarak hazırlanmıştır. Öğrencilerde sık olarak rastlanan kuvvet ve hareket konusuyla ilgili kavram yanlışlarını sorgulayan ve bu yanlışları gidermeye yönelik içeriğe sahip animasyonlar kullanılmıştır. Derste ilgili bölüm işlendikten sonra konuyu daha anlaşılır kılmak ve mevcut kavram yanlışlarını gidermek maksadıyla konu ile ilgili animasyon izlenmiş, üzerinde tartışılmış, sorular cevaplanmış ve dikkat çekilmek istenen alanlar vurgulanmıştır. Çalışma araştırmacının gözlemci olarak katıldığı bir sınıf ortamında gerçekleşmiştir. Bu sebeple çalışmayı yürütecek öğretmene animasyonlarla birlikte ne gibi etkinlikler yapılabileceği önceden açıklanmıştır. Konu ile ilgili animasyonlar sınıfa gösterilerek etkinlikler gerçekleştirilmiştir ve sınıfta tartışma ortamı oluşturularak animasyonda geçen olayların irdelenmesi sağlanmıştır. Animasyonların içeriği ile ilgili daha detaylı bilgiye Ek 8'de yer alan "Animasyon Destekli Öğretim Yönteminde Uygulanmak Üzere Geliştirilen Animasyonlar" başlığı altında ulaşılabilir.

### **3.7. Verilerin Toplanması**

Bu araştırmada, animasyon destekli öğretimin, öğrencilerin akademik başarılarına ve kavramların doğru ontolojik kategorilere yerleştirilerek kavram yanlışlarının giderilmesine olan etkisi nitel ve nicel veri toplama ve analiz yöntemleri bir arada kullanılarak araştırılmıştır.

Bilgisayar animasyonu destekli öğretimin uygulanması ile öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlamalarında oluşan değişimin belirlenmesi yönünde elde edilen veriler araştırmanın nicel verilerini oluşturmuştur. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin kavram testi sonuçlarının analizinden elde edilen kavramsal değişimi gösteren veriler araştırmanın nitel verilerini oluşturmuştur.





Şekil 3.7. Veri Toplama Yöntemleri

### 3.8. Verilerin Çözümlemesi

Araştırma verilerinin çözümlenmesi, nicel ve nitel analiz olmak üzere iki aşamada gerçekleşmiştir. Çalışma verilerinin nicel ve nitel olarak nasıl değerlendirildiği aşağıda açıklanmıştır.

#### 3.8.1. Verilerin Nicel Olarak Değerlendirilmesi

Uygulanan testlerden elde edilen veriler SPSS programı ile analiz edilmiştir. Verilerin, parametrik mi yoksa parametrik olmayan analiz teknikleri kullanılarak mı analiz edileceğine karar verebilmek için öncelikle, verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi gerekmektedir. Kontrol ve deney gruplarından elde edilen ön test ve son test verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenebilmesi için Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri uygulanmıştır.

Verilerin normal dağılım gösterdiği belirlendiğinde, kontrol ve deney gruplarının çalışma öncesi ve sonrasında uygulanacak testlere ait verilerin ortalamalarının birbirinden anlamlı derecede farklı olup olmadığını belirleyebilmek için bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Ayrıca grupların kendi içinde ön test-son test verileri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için de bağımlı örneklem t-testi kullanılmıştır. Veriler .05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir. Normallik varsayımının karşılanmadığı durumlarda bağımsız örneklem t-testinin alternatifi olarak

kullanılan Mann-Whitney U Testi ile bağımlı örneklem t-testinin alternatifi olarak kullanılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Kontrol ve deney gruplarının KHKBT ön test ve son test verilerine uygulanan Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testleri neticesinde, kontrol grubu son test verilerinin normal dağılım göstermediği, diğer verilerin ise normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumda, kontrol ve deney gruplarının KHKBT ön test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için bağımsız grup t-testi, kontrol ve deney gruplarının KHKBT son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için ise bağımsız grup Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Kontrol grubunun KHKBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için bağımlı grup Wilcoxon testi, deney grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için ise bağımlı grup t-testi kullanılmıştır.

Kontrol ve deney gruplarının KHKKT ön test ve son test verilerine uygulanan Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testleri sonucunda, kontrol grubu ön test verilerinin normal dağılım göstermediği, diğer verilerin ise normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumda, kontrol ve deney gruplarının KHKKT ön test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için bağımsız grup Mann-Whitney U testi, kontrol ve deney gruplarının KHKKT son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için ise bağımsız grup t-testi kullanılmıştır. Kontrol grubunun KHKKT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için bağımlı grup Wilcoxon testi, deney grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için ise bağımlı grup t-testi kullanılmıştır.

### **3.8.2. Verilerin Nitel Olarak Değerlendirilmesi**

Kavram testinden elde edilen verilerin değerlendirilerek, öğrencilerin çalışma öncesinde ve sonrasında hangi kavram yanlışlarına sahip olduklarının ve bu yanlışların ontolojik temellerinin belirlenmesi çalışmanın nitel analiz kısmını oluşturmaktadır. Oluşan kavram yanlışlarının sebeplerinin belirlenmesi, bu kavram yanlışlarının giderilebilmesi açısından önemli ip uçları vermektedir. Örneğin süreç kategorisine ait bir kavram, öğrencinin zihninde madde kategorisine yerleştirilmişse, kavram yanlışısı

ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde oluşan kavram yanılgılarını gidermek amacıyla dizayn edilen animasyon destekli öğretimle öğrencilerde oluşan kavramsal değişimler analiz edilmiştir.

Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin sorularına verdikleri yanıtlar neticesinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin öğretim öncesinde ve sonrasında sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenmiştir. Belirlenen kavram yanılgılarının ön test ve son testteki frekansları ve yüzdeleri tablolar halinde gösterilmiştir. Bu kavram yanılgılarının hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı analiz edilmiştir. Daha sonra ontolojik kategori haritaları oluşturulmuş ve bu haritalar üzerinde ön test ve son testteki doğru ve yanlış ontolojik kategorileştirme oranları gösterilmiştir. Son olarak, kavram yanılgılarının hangilerinin üst ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden, hangilerinin yanal ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı belirlenmiştir.

## **BÖLÜM IV: BULGULAR VE YORUMLAR**

'Bulgular ve Yorumlar' bölümünde ilk aşamada ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının giderilmesi amacıyla kullanılan geleneksel ve animasyon destekli öğretim yöntemlerinin etkililiği araştırılmış ve bunlarla ilgili alt problemlere ait bulgulara yer verilmiştir. İkinci aşamada ise, öğrencilerin ön testte ve öğretim süreçleri sonunda son testte sahip oldukları kavram yanlışları ile bu yanlışların hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığını ve hangi ontolojik kategorilere yanlış yerleştirilen kavram yanlışlarının giderilmesinde daha etkili olduğu ile ilgili alt problemlere ait bulgulara yer verilmiştir.

### **4.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testine Ait Bulgular ve Yorumlar**

Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nin ön test ve son test uygulamalarına ait sonuç analizlerine ulaşabilmek için ilk önce bu analizlerde parametrik mi yoksa parametrik olmayan analiz tekniklerinin mi kullanılması gerektiğine karar verilmelidir. Verilerin normal dağılım gösterdiği durumlarda parametrik, normal dağılım göstermediği durumlarda da parametrik olmayan (non-parametric) analiz tekniklerinin kullanılması uygundur. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını ortaya çıkarmak amacıyla çeşitli normallik testlerinden yararlanmak mümkündür. Bu testler arasında en bilinenleri Ki-Kare (Chi-Square), Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors ve Shapiro-Wilk normallik testleridir. Bu çalışmada verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini analiz etmek amacıyla Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk uygunluk testleri kullanılmıştır.

**Tablo 4.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test ve Son Testine Ait Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk Normallik Testi Bulguları**

	Çalışma Grubu	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Kolmogorov-Smirnov Z	df	P (Önemlilik Seviyesi)	Shapiro-Wilk Z	df	P (Önemlilik Seviyesi)
<b>Ön Test</b>	Kontrol	0,129	26	0,200	0,965	26	0,502
	Deney	0,129	26	0,200	0,956	26	0,313
<b>Son Test</b>	Kontrol	0,229	26	0,001	0,848	26	0,001
	Deney	0,126	26	0,200	0,959	26	0,375

Tablo 4.1'de kontrol ve deney gruplarının Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi ön test ve son testine ait Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testi bulguları yer almaktadır. Kolmogorov-Smirnov testi ve Shapiro-Wilk testi bulguları 0,05 anlamlılık seviyesinde incelenmiş olup, yapılan analize göre, kontrol ön test, deney ön test ve deney son test verilerinin normal dağılım gösterdiği ( $p>0,05$ ) anlaşılmaktadır. Normal dağılım gösteren kontrol ön test, deney ön test ve deney son test puanlarının yer aldığı analizlerde parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Buna karşın, Tablo 4.1'de yer alan analize göre kontrol son test puanlarının normal dağılım göstermediği ( $p<0,05$ ) anlaşılmaktadır. Kontrol son test anlamlılık seviyesinin, istatistiksel anlamlılık olarak kabul edilen 0,05'ten küçük çıkması, araştırmada kontrol son test bulgularının yer aldığı analizlerde parametrik olmayan testlerin kullanılması gerektiğini göstermektedir. Buradan hareketle, kontrol ve deney gruplarının ön test puanlarının karşılaştırılmasında ve deney grubunun ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılmasında parametrik bir test olan t-testinin kullanılmasına karar verilmiştir. Kontrol grubu son test bulgularının normal dağılım göstermemesinden dolayı, kontrol ve deney gruplarının son test sonuçlarının karşılaştırılmasında parametrik olmayan Mann Whitney U Testi kullanılmıştır. Benzer şekilde, kontrol grubu ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılmasında da parametrik olmayan bağımlı grup Wilcoxon Testi'nin kullanılmasına karar verilmiştir.

#### 4.1.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Testine Ait Bulgular ve Yorumlar

**Tablo 4.2. Kontrol ve Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test Puanlarının Bağımsız t-Testi ile Karşılaştırılması**

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	P (Önemlilik Seviyesi)
Ön Test	Kontrol	26	16,27	5,869	-0,865	0,391
	Deney	26	17,69	5,998		

Tablo 4.2. kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı ön test puanlarının t-testi ile karşılaştırılmasını göstermektedir. Tablo 4.2. incelendiğinde, 26 kişilik kontrol grubu öğrencilerinin 43 sorudan oluşan KHKBT ön test uygulamasından aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 16,27; standart sapmasının ise 5,869 olduğu görülmektedir. Deney grubunun ise KHKBT ön testinden aldıkları puanların aritmetik ortalamasının 17,69; standart sapmasının ise 5,998 olduğu görülmektedir. Kontrol ve deney grupları arasında KHKBT ön testinde anlamlı bir fark olup olmadığını araştırmak amacıyla t-testi yapılmıştır ve p değeri 0,391 olarak bulunmuştur. Bulunan p değeri 0,05 anlamlılık seviyesinden büyük olduğu için ( $p > 0,05$ ), iki grup arasında Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı ön testi puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuç, kontrol ve deney gruplarının Kuvvet ve Hareket konusu ile ilgili akademik başarı seviyelerinde önemli bir fark olmadığını, iki grubun eşdeğer özellikte olduğunu göstermektedir.

#### 4.1.2. Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test ve Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar

**Tablo 4.3. Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test ve Son Test Puanlarının Parametrik Olmayan Bağımlı Grup Wilcoxon Testi ile Karşılaştırılması**

Grup	Test	N	Z	P (Önemlilik Seviyesi)
Kontrol Grubu	Ön Test	26	-4,464	0,000
	Son Test	26		

Yapılan Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonucunda, kontrol grubu için KHKBT son test puanlarının normal dağılım göstermediğinin saptanması üzerine, kontrol grubu ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılması için parametrik olmayan Wilcoxon Testi uygulanmıştır. Yapılan test sonucunda  $p < 0,05$  bulunduğundan, kontrol grubu KHKBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol grubunda yürütülen geleneksel yaklaşıma dayalı öğretim yöntemi sonucunda, kontrol grubunda KHKBT ön testinde 16,27 olarak hesaplanan aritmetik ortalamanın, son testte 20,87'ye yükseldiği görülmüştür. Bu değişim istatistiksel olarak incelendiğinde, kontrol grubunun kuvvet ve hareket konusu ile ilgili akademik başarı düzeylerinde anlamlı bir fark oluştuğu görülmüştür.

#### 4.1.3. Deney Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test ve Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar

**Tablo 4.4. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Ön Test ve Son Test Puanlarının Bağımlı Grup t-Testi ile Karşılaştırılması**

Grup	Test	N	Ortalama	Standart Sapma	t	P (Önemlilik Seviyesi)
Deney Grubu	Ön Test	26	17,69	5,998	-23,305	0,000
	Son Test	26	27,62	5,193		

Tablo 4.4. deney grubunun KHKBT ön test ve son test puanlarını karşılaştırmak için yapılan t-testi analiz sonuçlarını göstermektedir. Tablo 4.4'e göre, deney grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Başarı ön testinden elde ettikleri puanların aritmetik ortalaması 17,69 iken, son testte ortalama 27,62'ye yükselmiştir. Deney grubu ortalamasının son testte yaklaşık 10 puan yükseldiği görülmektedir. Bu durum t-testi ile istatistiksel olarak incelendiğinde,  $p < 0,05$  bulunduğundan, deney grubu için KHKBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark oluştuğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuç, animasyon destekli öğretimin, öğrencilerin kuvvet ve hareket konusu ile ilgili akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanmıştır.

#### 4.1.4. Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar

**Tablo 4.5. Kontrol ve Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Son Test Puanlarının Bağımsız Grup Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması**

Test	Grup	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	Mann-Whitney U	Z	P (Önemlilik Seviyesi)
Son Test	Kontrol	26	20,87	542,50	191,500	-2,689	0,007
	Deney	26	32,13	835,50			

Yapılan Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonucunda, kontrol grubu için KHKBT son test puanlarının normal dağılım göstermediğinin saptanması üzerine, kontrol grubu son test ile deney grubu son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılması için parametrik olmayan Mann-Whitney U Testi uygulanmıştır. Yapılan test sonucunda  $p < 0,05$  bulunduğundan, kontrol grubu ile deney grubunun KHKBT son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İki grubun son testteki akademik başarı düzeyleri arasındaki fark istatistiksel olarak incelendiğinde, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4.2. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testine Ait Bulgular ve Yorumlar

**Tablo 4.6. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testine Ait Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk Normallik Testi Bulguları**

	Çalışma Grubu	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Kolmogorov-Smirnov Z	df	P (Önemlilik Seviyesi)	Shapiro-Wilk Z	df	P (Önemlilik Seviyesi)
Ön Test	Kontrol	0,188	26	0,019	0,911	26	0,028
	Deney	0,173	26	0,045	0,930	26	0,078
Son Test	Kontrol	0,080	26	0,200	0,980	26	0,874
	Deney	0,146	26	0,163	0,949	26	0,221



Tablo 4.6'da kontrol deney gruplarının Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi ön test ve son testine ait Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testi bulguları yer almaktadır. Shapiro-Wilk testi bulguları 0,05 anlamlılık seviyesinde incelendiğinde, kontrol grubu ön test puanlarının ( $p < 0,05$ ) normal dağılım göstermediği anlaşılmaktadır. Bu sebeple, kontrol grubu ön test puanlarının yer aldığı analizlerde parametrik olmayan testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Deney grubu ön test, kontrol grubu ön test ve deney grubu son test puanlarının ise normal dağılım gösterdiği ( $p > 0,05$ ) anlaşılmaktadır. Bu yüzden bu grupların yer aldığı analizlerde parametrik testlerin kullanılabilceği sonucuna varılmıştır. Buradan hareketle, kontrol ve deney gruplarının ön test puanlarının karşılaştırılmasında parametrik olmayan bağımsız gruplar Mann-Whitney U Testi, kontrol grubu ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılmasında da parametrik olmayan bağımlı gruplar Wilcoxon Testi kullanılmıştır. Kontrol ve deney gruplarının son test puanlarının karşılaştırılmasında ve deney grubunun ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılmasında parametrik bir test olan t-testi kullanılmıştır.

#### 4.2.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Testine Ait Bulgular ve Yorumlar

**Tablo 4.7. Kontrol ve Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test Puanlarının Bağımsız Grup Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması**

Test	Grup	N	Sıra Ortalama	Sıra Toplamı	Mann-Whitney U	Z	P (Önemlilik Seviyesi)
Ön Test	Kontrol	26	23,13	601,50	250,500	-1,617	0,106
	Deney	26	29,87	776,50			

Tablo 4.7'de kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram ön test puanlarının karşılaştırılması için yapılan parametrik olmayan Mann-Whitney U testinin analiz sonucu yer almaktadır. Tablo 4.7 incelendiğinde, 26 kişilik kontrol ve deney gruplarının, iki aşamalı 25 sorudan oluşan, toplam 50 puan değerindeki KHKKT ön test uygulamasından aldıkları puanların aritmetik ortalamaları ve iki grup arasında anlamlı bir fark olup olmadığını gösteren Mann-Whitney U testi sonuçları görülmektedir. Bu tabloya göre, kontrol ve deney grupları arasında KHKKT

ön test puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Bu durum, kontrol ve deney gruplarının kuvvet ve hareket konusu ile ilgili kavram öğrenme düzeylerinin başlangıçta eşit düzeyde oldukları şeklinde yorumlanmıştır.

#### 4.2.2. Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar

**Tablo 4.8. Kontrol Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Test Puanlarının Parametrik Olmayan Bağımlı Grup Wilcoxon Testi ile Karşılaştırılması**

Grup	Test	N	Z	P (Önemlilik Seviyesi)
Kontrol Grubu	Ön Test	26	-4,467	0,000
	Son Test	26		

Yapılan Shapiro-Wilk normallik testi sonuçlarına göre, kontrol grubu için KHKKT ön test puanlarının normal dağılım göstermediğinin saptanması üzerine, kontrol grubu ön test ile son test puanları arasında anlamlı bir fark olup oluşmadığının belirlenmesi için, parametrik olmayan bağımlı grup Wilcoxon Testi uygulanmıştır. Yapılan test sonucunda  $p<0,05$  bulunduğundan, kontrol grubu KHKKT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol grubunda yürütülen geleneksel yaklaşıma dayalı öğretim yöntemi sonucunda, kontrol grubunda KHKKT ön testinde 10,85 olarak hesaplanan aritmetik ortalamanın, son testte 15,92'ye yükseldiği görülmüştür. Bu değişim istatistiksel olarak incelendiğinde, kontrol grubunun kuvvet ve hareket konusu ile ilgili kavram öğrenme düzeylerinde olumlu yönde anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4.2.3. Deney Grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar

**Tablo 4.9. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Test Puanlarının Bağımlı Grup t-Testi ile Karşılaştırılması**

Grup	Test	N	Ortalama	Standart Sapma	t	P (Önemlilik Seviyesi)
Deney Grubu	Ön Test	26	12,23	2,790	-10,800	0,000
	Son Test	26	23,27	6,821		

Tablo 4.9 deney grubunun KHKKT ön test ve son test puanlarını karşılaştırmak için yapılan t-testi analiz sonuçlarını göstermektedir. Tablo 4.9 incelendiğinde, deney grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram ön testinden elde ettikleri puanların aritmetik ortalaması 12,23 iken, son testte bu ortalama 23,27'ye yükselmiştir. Deney grubu ortalamasının son testte yaklaşık 11 puan yükseldiği görülmektedir. Standart sapma değeri ön testte 2,79, son testte ise 6,82 olarak hesaplanmıştır. Deney grubunun ön test ve son test sonuçları arasındaki fark, bağımlı grup t-testi ile istatistiksel olarak analiz edilmiş ve  $p < 0,05$  bulunduğundan deney grubu için KHKKT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuç, animasyon destekli öğretimin, öğrencilerin kuvvet ve hareket konusu ile ilgili kavram öğrenme düzeylerini olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanmıştır.

#### 4.2.4. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Son Testine Ait Bulgular ve Yorumlar

**Tablo 4.10. Kontrol ve Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Son Test Puanlarının Bağımsız Grup t-Testi ile Karşılaştırılması**

Test	Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	t	P (Önemlilik Seviyesi)
Son Test	Kontrol	26	15,92	3,174	-4,979	0,000
	Deney	26	23,27	6,821		

Tablo 4.10 kontrol grubu ile deney grubunun Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram son testindeki puanlarını karşılaştırmak için yapılan t-testi analiz sonuçlarını göstermektedir. Tablo 4.10 incelendiğinde, kontrol grubunun KHKK son testindeki puanlarının

aritmetik ortalamasının 15,92, deney grubunun ise 23,27 olduğu görülmektedir. Kontrol grubu ile deney grubunun son testteki ortalamaları arasında yaklaşık 7 puanlık bir fark olduğu dikkat çekmektedir. Buna ek olarak, kontrol grubunun son testteki standart sapma değeri 3,174, deney grubunun standart sapma değeri ise 6,821 olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubu ve deney grubunun son test sonuçları arasındaki fark, bağımsız gruplar t-testi ile istatistiksel olarak analiz edilmiş ve  $p < 0,05$  bulunduğundan, kontrol grubu ile deney grubunun KHKKT son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, animasyon destekli öğretimin, öğrencilerin kuvvet ve hareket konusu ile ilgili kavram öğrenme düzeylerini olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanmıştır.

### **4.3. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sorularının Analizi**

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde yer alan sorular nicel ve nitel analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. KHKKT'nin nicel analizi sırasında yapılan puanlandırma şu şekildedir: Öğrenci ilgili test maddesinin her iki aşamasında da doğru seçeneği işaretlemişse 2 (iki) puan, iki aşamasının herhangi birinde doğru seçeneği işaretlemişse 1 (bir) puan, her iki aşamasında da yanlış seçeneği işaretlemişse 0 (sıfır) puan almıştır. Buna göre öğrencilerin her sorudan aldıkları puanlar belirlenerek, ön test ve son testten aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır. Daha sonra kontrol ve deney grubunda yer alan öğrencilerin KHKKT'nin ön test ve son test uygulamaları arasında kavramsal öğrenmeleri açısından anlamlı bir fark olup olmadığı t-Testi, bağımsız gruplar Mann-Whitney U Testi ve bağımlı grup Wilcoxon Testi gibi istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. KHKKT'nin nicel analizi sırasında ulaşılan bulgular, bir önceki bölüm olan 'Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'ne ait bulgular ve yorumlar' bölümünde detaylı olarak açıklanmıştır.

KHKKT'nde yer alan sorular için yapılan nitel değerlendirme dört aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak kontrol ve deney grubu öğrencilerinin her bir sorunun iki aşamasına verdikleri cevaplar değerlendirilerek, öğrencilerin ön testte ve son testteki kavramsal anlama düzeyleri belirlenmiştir. Literatürde, öğrencilerin iki aşamalı test sorularına verdikleri cevapların değerlendirilmesi ve öğrencilerin anlama düzeylerinin belirlenmesi sırasında, genellikle "Anlama, Kısmen Anlama, Kavram Yanılgısı ve Anlamama /Cevapsız" gibi sınıflamaların yapıldığı çalışmalara rastlanmaktadır (Marek

1986; Akdeniz, Bektaş ve Yiğit, 2000; Ürek ve Tarhan, 2005; Tekbıyık, 2010; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Şahin ve Çepni, 2011; Abraham ve diğ., 1992; Çalık, Ayas ve Coll, 2010; Topalsan, 2015; Sarı, 2014).

Bu çalışmada, öğrencilerin kavramı anlama seviyeleri şu şekilde belirlenmiştir: Öğrenci sorunun her iki aşamasına da doğru cevap verdiyse tam anlama seviyesinde, soruyu yanlış cevaplayıp gerekçeyi doğru belirttiyse kısmen anlama seviyesinde, soruyu doğru cevaplayıp gerekçeyi yanlış gösterdiyse veya soruyu yanlış cevaplayıp gerekçeyi yanlış belirttiyse kavram yanlıgısı seviyesinde, sorunun herhangi bir aşamasını boş bıraktıysa veya soruyla ilgisi anlaşılmayan bir gerekçe belirttiyse kavramı anlamama seviyesinde olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerin kavramı anlama düzeylerinin nasıl belirlendiği Tablo 4.11'te özetlenmiştir.

**Tablo 4.11. Kuvvet ve Hareket Kavram Testi Değerlendirmesi**

Sembol ve Anlama Düzeyi	Değerlendirme
<b>TA: Tam Anlama</b>	Yanıt doğru, gerekçe doğru
<b>KA: Kısmen Anlama</b>	Yanıt yanlış, gerekçe doğru
<b>KY: Kavram Yanlıgısı</b>	Yanıt doğru, gerekçe yanlış Yanıt yanlış, gerekçe yanlış
<b>A: Anlamama / Cevapsız</b>	Yanıt boş, gerekçe boş, ilgisiz cevap

Bu kategorilerin içeriği şu şekilde açıklanabilir:

*Tam Anlama:* Bilimsel olarak doğru kabul edilen cevaplardır.

*Kısmen Anlama:* Soruyla ilgili gerekçenin doğru açıklandığı fakat soruda hedeflenen sonucu tam olarak karşılamayan cevaplardır.

*Kavram Yanlıgısı:* Bilimsel bilgilere alternatif oluşturan, bilimsel olarak yanlış cevaplardır.

*Anlamama/Cevapsız:* Boş bırakılmış veya sorulan soru ile ilgisiz, bilimsel değerden yoksun olan cevaplardır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin nitel analizi sırasında yapılan diğer bir çalışma da kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön testte ve son testte sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesidir. n testte ve son testte belirlenen kavram yanılgılarının frekanslarını ve yüzdelik dağılımlarını gösteren tablolar oluşturulmuştur. Nitel analiz sırasında yapılan diğer bir çalışma da, belirlenen kavram yanılgılarının ontolojik nedenlerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının hangi ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklandığı belirlenmiş ve ontolojik kategorilere göre dağılımları detaylı olarak incelenmiştir. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının ontolojik kategorilere yüzdelik dağılımları hesaplanmış ve tablolar halinde sunulmuştur.

KHKKT'nden elde edilen verilerin analizi sırasında yapılan son çalışma da, öğrencilerin her bir sorusunun iki aşamasına verdikleri cevapların haritalar halinde sunulmasıdır. Kontrol ve deney grubu ğrencilerinin ön test ve son test sorularına verdikleri cevaplar ve bunlar için seçtikleri nedenler tablolaştırılmıştır. Bu yolla, öğrencilerin ilk aşamada hangi cevabı verdiği, ardından ikinci aşamada sebep olarak hangi seçeneği işaretlediği görülebilmektedir. Öğrencilerin ilk aşamada verdiği cevap ve ardından ikinci aşamada seçtiği neden oklarla birleştirilmekte ve üzerine bu seçimi yapan öğrencinin numarası yazılmaktadır. Böylelikle, hangi öğrencinin birinci ve ikinci aşamada hangi yanıtları verdikleri kolayca görülebilmektedir. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde yer alan 25 sorunun her biri için kontrol grubu ğrencilerinin ön testte ve son testte verdikleri cevaplara ve deney grubu ğrencilerinin ön testte ve son testte verdikleri cevaplara ilişkin toplam 100 adet tablo oluşturulmuştur. Bu tablolar Ek 10'da sunulmaktadır.

### 4.3.1. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Birinci Sorusuna Ait Analizler

1. 1. Aynı büyüklükte, birinin kütlesi diğerinin iki katı olan iki metal top, bir evin çatı katından aynı anda ve aynı yükseklikten bırakılıyor. Topların yere düşme süresi için ne söylenebilir?

- A. Ağır top, hafif topun yarı süresinde yere ulaşır.
- B. Hafif top, ağır topun yarı süresinde yere ulaşır.
- C. Yaklaşık aynı zamanda yere ulaşırlar.\*
- D. Ağır top, hafif topun kesin yarı süresinde değil ama daha önce yere ulaşır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

1. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Cisimlerin yere düşüş süresi kütlelerinden bağımsızdır, yere düşüş süreleri kütleyle göre değişmez. (Süreç → Sınırlı Etkileşim → Doğal)\*
- B. Daha ağır cisimler daha çabuk düşer. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- C. Daha hafif cisimler daha çabuk düşer. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Yere düşüş süresinin kütlelerine bağlı olarak nasıl değişeceği hakkında kesin bir bilgi verilemez. (Süreç → Olay → Rastgele)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin birinci sorusunda belli bir yükseklikten serbest bırakılan, birinin kütlesi diğerinin iki katı olan iki metal kürenin yere varış sürelerinin karşılaştırılması istenmiştir. Bu soruda farklı kütlelerdeki cisimlerin bırakıldıktan sonra yere varana kadar geçen sürede kütlelerin etkisi olup olmadığı sorgulanmaktadır. Daha ağır cisimlerin daha çabuk yere varacağı öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanlışlarından bir tanesidir. Kütleleri daha büyük olan cisme etkiyen yerçekimi kuvveti de daha büyük olacağından, öğrenciler ilk etapta kuvvet büyük olduğuna göre yere varış süresi de kısalmış şeklinde düşünebilmektedirler. Fakat Newton'un 2. Kanunu'nda bahsedilen ' $F=m.a$ ' eşitliği bu soruda uygulandığında, ' $m.g=m.a$ ' yani ' $g=a$ ' olduğu, dolayısıyla serbest düşme yapan bir cismin ivmesini etkileyen tek faktörün yerçekimi ivmesi olduğu, kütlelerin bunda herhangi bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır. Öğrencilerin bu konuda hangi kavram yanlışlarına sahip

oldukları ve bunların hangi ontolojik temele dayandığı bu soru ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Yerçekimi kuvveti, cisim ile dünya arasındaki sınırlı etkileşim olarak tanımlanmaktadır (Reiner, Slotta, Chi ve Resnick, 2000; Ioannides ve Vosniadou, 2001). Ağırlığı cismin içsel bir özelliği olarak tanımlayanlar ağırlık kavramını madde kategorisi içinde sınıflandırmışlardır. Halbuki ağırlık cismin maddesel bir özelliği değil, yer ile cisim arasındaki sınırlı etkileşim ile tanımlanan yerçekimi kuvvetidir. Ay'daki yerçekimi Dünya'ninkinden farklı olduğundan aynı cismin ağırlığı ayda farklı ölçülecektir. Bu sorunun doğru cevabı birinci bölümde "C", ikinci bölümde de "A" seçeneğidir. Kütleleri farklı olmasına rağmen iki cismin de yere varış süresi ve yere çarpış hızları aynıdır. Serbest bırakılan cisimlerin ivmeli hareket yapmasına sebep olan kuvvet yerçekimi kuvveti yani cismin ağırlığıdır. Newton'un 2. Kanunu'na göre " $F=m.a$ "dır. " $F=G$ " olduğundan " $m.a=m.g$ "dir. Bu eşitlikten kütleler birbirini götürdüğünde " $a=g$ " bulunur. Yani cismin ivmesini belirleyen tek değişken yerçekimi ivmesi olan  $g$ 'dir. Kütlenin, hareketin ivmesini belirlemede herhangi bir etkisi yoktur. Aynı durum  $2m$  kütleli cisim için de geçerlidir. Benzer şekilde " $2m.a=2m.g$ " eşitliğinden, kütleler birbirini götürerek yine " $a=g$ " bulunur. Serbest düşme hareketinde "alınan yol=  $1/2.yerçekimi\ ivmesi.zaman^2$ " yani " $x=1/2.g.t^2$ " dir. Buradan hareketle cismin yere varış süresini sadece cismin bırakıldığı yüksekliğin ve yerçekimi ivmesinin etkilediği ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde düşünerek, ağırlığın cismin yere varış süresini etkilemeyeceğini belirten öğrenciler kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine doğru bir şekilde yerleştirmişlerdir.

Sorunun birinci bölümünde "A" veya "D" seçeneğini, bunun sebebi olarak da ikinci bölümde "B" seçeneğini işaretleyen öğrenciler ağır topun yere daha kısa sürede varacağına yönelik bir kavram yanılığına sahiptirler. Sorunun birinci bölümünde "B" seçeneğini, ikinci bölümünde de "C" seçeneğini cevap olarak seçen öğrenciler, daha hafif cisimlerin daha çabuk düşeceğine yönelik bir kavram yanılığına sahiptirler. Yani topun yere ulaşması olayında geçen süreyi bir sebebe, topun ağır veya hafif olmasına bağlamaktadırlar. Bu şekilde düşünen öğrencilerde kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığı tespit edilmektedir.



Sorunun birinci bölümünde "E" seçeneğini, sebebi olarak da ikinci bölümde "D" seçeneğini işaretleyenler cisimlerin yere varış süresinin kütleyle göre nasıl değişeceğini bilinemeyeceğini belirtmektedirler. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Öğrencilerin, farklı kütlelerdeki cisimlerin yere varış sürelerinde kütlenin etkisi olup olmadığı ile ilgili anlama seviyeleri, Tablo 4.11'de belirtilen değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmış, sahip olunan kavram yanlışları belirlenmiş ve bu kavram yanlışlarının sebepleri ontoloji temelinde belirlenmiştir. KHKKT'nin ön test ve son test uygulamalarından elde edilen veriler tablolar halinde sunulmaktadır. Tablo 4.12'de kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki anlama seviyelerine ilişkin veriler sunulmuştur.

**Tablo 4.12. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Birinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	2	4	7,69	15,38	2	15	7,69	57,69
<b>Kısmen Anlama</b>	1	1	3,85	3,85	0	0	0	0
<b>Kavram Yanılgısı</b>	23	21	88,46	80,77	23	11	88,46	42,30
<b>Anlamama</b>	0	0	0	0	1	0	3,85	0

Tablo 4.12'de sunulan ön test verileri incelendiğinde, konu ile ilgili kavramın kontrol ve deney grubu öğrencilerinin %7,69'u tarafından tam ve doğru anlaşıldığı görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin %3,85'inin konuyu kısmen anladığı, kontrol grubu öğrencilerinin ve deney grubu öğrencilerinin %88,46'sının konu ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları ve deney grubu öğrencilerinin % 3,85'inin ön testte kavramı anlamama seviyesinde oldukları görülmektedir.

Tablo 4.12'de yer alan KHKKT son test verilerine göre, kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranı kontrol grubunda %15,38'e, deney grubunda ise %57,69'a yükseldiği belirlenmektedir. Son testte kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda %80,77'ye, deney grubunda ise %42,30'a düştüğü görülmektedir. Bunun

yanında, kavramı kısmen anlayan kontrol grubu öğrencilerinin oranının %3,85'te sabit kalması ve kontrol ve deney grubunda kavramı anlamama seviyesinde öğrenci olmaması belirlenen diğer sonuçlardır.

Tablo 4.12'de yer alan veriler değerlendirildiğinde, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubuna göre öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerinin daha fazla arttığı görülmektedir. Bu soruda belirlenen kavram yanlışlarını gidermek için özel olarak hazırlanan 'Farklı ağırlıktaki cisimler aynı yükseklikten bırakılırsa hangisi daha önce yere varır?' başlıklı 2 numaralı animasyonun bu durumda etkili olduğu söylenebilir. Serbest düşme hareketi gibi hızlı gerçekleşen bir harekette, insan gözünün hareketi analiz edebilmesi ve iki cismin aynı anda yere çarpıp çarpmadığını algılaması oldukça güçtür. Bunun gibi günlük hayatın olağan akışında hızlı gerçekleşen olayları, öğrenciler analiz etmekte zorlanabilirler. Yavaşlatılmış ortamda hareketleri karşılaştırma imkanı sağlayan animasyon, öğrencilerin kavram yanlışlarını düzeltmelerinde etkili olmuştur. Böylelikle öğrenciler, farklı cisimlerin yere düşme hareketlerini karşılaştırmış, birim zamanda aldıkları yolları gözlemlemiş ve cisimlerin aynı anda yere ulaştıkları sonucuna kendileri varmışlardır. Farklı cisimleri kullanarak deneyi tekrarlamış ve sonucun değişmediğini görmüşlerdir. Konunun geleneksel yöntemlerle yüzeysel olarak işlendiği kontrol grubunda, deney grubundaki kadar kavramsal değişimin gerçekleşmediği görülmektedir.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin birinci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Öğrencilerin KHKKT'nin birinci sorusunun ön testi ve son testinde verdikleri cevaplara göre belirlenen kavram yanlışları Tablo 4.13'te gösterilmektedir.

**Tablo 4.13. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Testi ve Son Testinin Birinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Daha ağır cisimler daha çabuk düşer.	17	17	65,38	65,38	21	9	80,77	34,61
Daha hafif cisimler daha çabuk düşer.	3	3	11,54	11,54	1	0	3,84	0
Yere düşüş süresinin ağırlığa bağlı olarak nasıl değişeceği hakkında kesin bir bilgi verilemez.	3	1	11,54	3,85	1	2	3,84	7,69

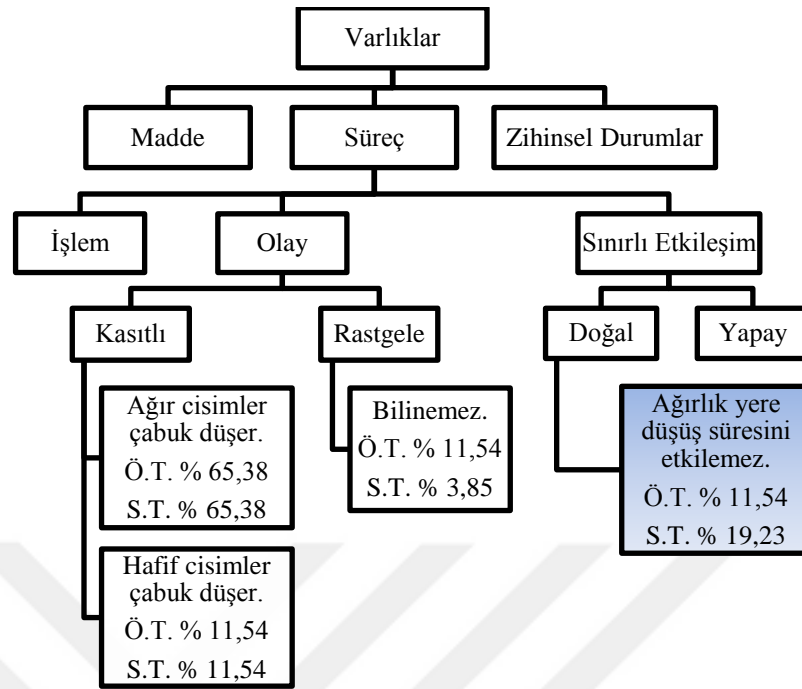
Tablo 4.13'te sunulan KHKKT birinci sorusunun ön test verileri incelendiğinde, hem kontrol grubunda hem de deney grubundaki genel kanının "Daha ağır cisimler daha çabuk düşer." olduğu görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin %65,38'inin ve deney grubundaki öğrencilerin %80,77'sinin ön testte bu kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin ikinci ve üçüncü sırada sahip oldukları kavram yanılgıları ise "Daha hafif cisimler daha çabuk düşer." ve "Yere düşüş süresinin ağırlığa bağlı olarak nasıl değişeceği hakkında kesin bir bilgi verilemez." ifadeleridir. Kontrol grubundaki öğrencilerin %11,54'ünün, deney grubundaki öğrencilerin de %3,84'ünün ön testte bu kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmektedir.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılgısı olan "Daha ağır cisimler daha çabuk yere düşer." şeklindeki kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı son testte kontrol grubunda %65,38'te sabit kalırken, deney grubunda %34,61'e gerilediği belirlenmiştir. "Daha hafif cisimler daha çabuk düşer." şeklindeki kavram yanılgısının son testte kontrol grubunda %11,54'te sabit kaldığı, deney grubunda ise ortadan kalktığı tespit edilmiştir. "Yere düşüş süresinin ağırlığa bağlı olarak nasıl değişeceği hakkında kesin bir bilgi verilemez." şeklindeki kavram yanılgısına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranının %3,85'e düştüğü, deney grubu öğrencilerinin oranının ise %7,69'a çıktığı görülmektedir.

Bu sorudan elde edilen ön test verileri incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin büyük çoğunluğunun, kütlesi fazla olan cisimlere etkiyen yer çekimi kuvveti daha fazla olacağından, yere düşüş sürelerinin kısılacığını düşündükleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerin sezgisel olarak geliştirdikleri bu kavram yanılgısının fark edilip düzeltilmesinde geleneksel yöntemin uygulanmasının yetersiz kaldığı

görülmektedir. Öğrencilerin gözlem yaparak, sahip oldukları düşünceyle gerçekte var olan durumun karşılaştırmasını yapacakları ve ikisinin bağdaşmadığı durumda düşüncelerini değiştirebilecekleri alternatif öğretim ortamlarına ihtiyaç duydukları fark edilmektedir. Bu sorudaki kavram yanlışlarını giderebilmek amacıyla özel olarak hazırlanan animasyonun, deney grubundaki öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen deney grubundaki öğrencilerin bir kısmının uygulama sonrasında başlangıçta var olan kavram yanlışlarını düzeltmedikleri saptanmıştır. Öğrenciler bazı durumlarda animasyonu sadece izlemekle kalıp, yeteri kadar dikkat etmedikleri takdirde animasyonda ulaşılmaması hedeflenen kazanımları elde edemedikleri gözlenmektedir. Bu gibi durumlarda öğretmenin öğrencilere rehberlik etmesi ve tartışma ortamı oluşturarak, animasyonda gerçekleşen olayı sebepleriyle beraber irdelemesi ve öğretilmesi hedeflenen kavramların üzerinde durması, konunun daha iyi anlaşılması açısından faydalı olacaktır. Aksi takdirde öğrenciler kavram yanlışlarına sahip olduklarını fark edemeyip, bunları düzeltme gereği de duymayabilirler.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin birinci sorusunun analizinin son aşaması, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte belirlenen kavram yanlışlarının oluşma sebeplerinin ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.1'de kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.2'de ise deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin ilk sorusunun ön test ve son testinde belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi gösterilmektedir.



**Şekil 4.1. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Birinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

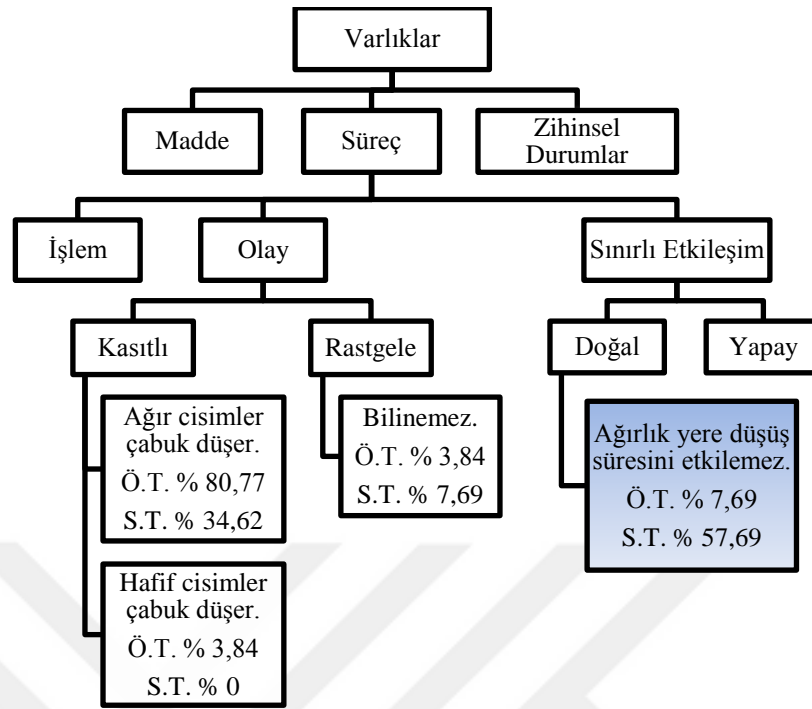
KHKKT'nin birinci sorusunda serbest düşme hareketi yapan farklı kütlelerdeki cisimlerin yere varış sürelerinde kütlenin etkili olup olmadığı hakkındaki öğrenci görüşleri sorgulanmaktadır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiş ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki kavramsal değişimleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Ağırlığın cisimlerin yere düşüş süresini etkilemeyeceği doğru cevabını veren öğrencilerin, kavramı süreç ontolojik kategorisinin alt kategorilerinden biri olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirdikleri belirlenmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinde ön testte bu oran %11,54 iken, son testte %19,23'e çıktığı görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin bir kısmının kavram yanılgılarını düzelterek, son testte doğru cevabı verebildikleri belirlenmiştir. Fakat bu gruptaki öğrencilerin büyük kısmının son testte de kavram yanılgılarının devam ettiği, büyük çoğunluğunun kavram yanılgılarını düzeltmekte başarılı olamadığı gözlenmiştir.

Öğrencilerin en büyük oranda sahip oldukları kavram yanılgısı olan, 'ağır cisimlerin daha çabuk düşeceği' kavram yanılgısının ontolojik temeli süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirilmeye dayanmaktadır. Kontrol grubundaki öğrencilerin %65,38'inin ön testte bu yanılgıya sahip oldukları ve son testte bu oranın değişmeyerek %65,38'de sabit kaldığı görülmüştür. Bu kavram

yanılgısının giderilmesinde geleneksel yöntemlerle yapılan öğretimin etkili olamadığı ve öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde istenen değişimin sağlanamadığı gözlenmiştir. Süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan diğer bir kavram yanılgısı da 'hafif cisimler daha çabuk düşer' kavram yanılgısıdır. Hafif cisimlerin yere daha çabuk varacağını belirten kontrol grubu öğrencilerinin oranının ön testte %11,54 olduğu ve son testte bu oranın değişmeyerek %11,54 seviyesinde kaldığı belirlenmiştir. Geleneksel öğretim yönteminin bu kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olmadığı gözlenmiştir.

Bu soruda belirlenen son kavram yanılgısı ise, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan 'ağırlığın yere düşüş süresini nasıl etkileyeceği bilinemez' kavram yanılgısıdır. Bu kavram yanılgısına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oranın %3,85'e düştüğü belirlenmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin KHKKT'nin birinci sorusunda belirlenen kavram yanılgılarının ontolojik incelemesi değerlendirildiğinde, öğrencilerin bir kısmının kavram yanılgılarını düzeltebildiği, fakat büyük çoğunluğunun kavram yanılgılarının son testte de devam ettiği görülmektedir. Bu soruda sahip olunan kavram yanılgıları, süreç kategorisinin alt kategorileri olan kasıtlı olay ve rastgele olay kategorilerine yerleştirilmekten dolayı oluşmuştur. Bu kavram yanılgılarının giderilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirilmesiyle mümkün olacaktır. Bu da, kavramın bulunduğu kategoriden alınıp, üst ontolojik kategoriye yerleştirilmesi anlamına gelmektedir. Olay ve sınırlı etkileşim kategorilerinin kendilerine özgü özellikleri olduğundan, öğrencilerin kavramı üst ontolojik kategoriye yerleştirmede zorlandıkları görülmektedir. Süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirilmekten kaynaklanan kavram yanılgılarının oranında bir değişim gözlenmezken, rastgele olay kategorisine yerleştirilen kavram yanılgılarının oranının düştüğü görülmektedir.

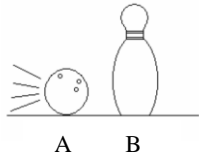


**Şekil 4.2. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Birinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.2'de deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin birinci sorusunda belirlenen kavram yanılgılarının ontolojik incelemesine ilişkin şema görülmektedir. Buna göre, 'ağırlık cisimlerin yere düşüş süresini etkilemez' görüşüne süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yerleştiren öğrencilerin oranı %7,69 iken, son testte bu oranın %57,69'a çıktığı görülmektedir. Buradan hareketle, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda, kavram yanılgılarının büyük oranda giderildiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla beraber kavram yanılgılarının bir kısmının son testte de devam ettiği görülmektedir. En büyük orandaki değişim, süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan 'ağır cisimler çabuk düşer' kavram yanılgısıdır. Bu kavram yanılgısına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı %80,77 iken, son testte bu oranın %34,62'ye düştüğü görülmektedir. Kasıtlı olay kategorisinin yanıl kategorisine yerleştirilen 'hafif cisimler çabuk düşer' kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı ön testte %3,84 iken, son testte bu kavram yanılgısının giderildiği belirlenmiştir. Bu soruda belirlenen diğer bir kavram yanılgısı da 'ağırlığın yere düşüş süresini nasıl etkilediği bilinemez' kavram yanılgısı süreç kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisine yerleştirmekten

kaynaklanmaktadır. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı %3,84 iken, son testte bir miktar artarak %7,69'a ulaşmıştır.

#### 4.3.2. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin İkinci Sorusuna Ait Analizler



2. 1.

Sürtünmesiz bir zeminde şekildeki gibi bir top lobuta çarpmaktadır. Çarpışma anında A'nın B'ye, B'nin A'ya uyguladığı kuvvet arasındaki ilişkiyi aşağıdakilerden hangisi doğru olarak belirtmektedir?

- A. A daha büyük bir kuvvet uygular.
- B. B daha büyük bir kuvvet uygular.
- C. Yalnızca A bir kuvvet uygular.
- D. A ve B birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.\*
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

2. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Topun kütlesi daha fazla olduğu için, top lobuta daha büyük kuvvet uygular.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- B. Lobutun büyüklüğü toptan fazla olduğu için, lobut topa daha büyük kuvvet uygular. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- C. Çarpışmalarda her zaman cisimler birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.\*  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Sadece topun bir hızı olduğu için sadece top bir kuvvet uygular.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin ikinci sorusunda Newton'un 3. Kanunu olan etki-tepki prensibiyle ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Etkileşen cisimlerden daha büyük kütleyle sahip olanın veya daha aktif olanın diğer cisme daha büyük kuvvet uygulayacağı görüşü öğrenciler



arasında sık karşılaşılan kavram yanlışlarındandır. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin bu kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları bu soru ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Etki-tepki prensibine göre, etkileşen cisimler birbirine eşit büyüklükte ve zıt yönlü kuvvet uygularlar. Bu kanuna göre, bir cisme kuvvet uygulandığında, cisim de bu etkiye karşı eşit büyüklükte bir tepki kuvveti uygular. Etkileşen cisimlerden birinin daha büyük kütleyle sahip olması, daha büyük hacme sahip olması veya daha hızlı olması gibi özellikleri etki ve tepki kuvvetinin birbirine eşit olmasını değiştirmez. Kütleli veya hızlı ne olursa olsun etkileşen cisimler birbirine eşit ve zıt yönlü etki-tepki kuvveti uygularlar. Bu sorunun birinci bölümünün doğru cevabı "D" seçeneği, ikinci bölümünün doğru cevabı da "C" seçeneğidir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir.

Topun lobuttan daha büyük kütleyle sahip olduğu için topun lobuta daha büyük kuvvet uygulayacağını düşünülerek sorunun birinci ve ikinci bölümünde "A" seçeneklerinin seçilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir.

'Etkileşen cisimlerden biri daha hızlı olduğu için diğerine daha büyük kuvvet uygular' görüşü öğrenciler arasında sık rastlanan kavram yanlışlarından biridir. Sorunun birinci bölümünde "C" ve ikinci bölümünde "D" seçeneğinin seçilerek, sadece topun bir hızı olduğu için sadece topun kuvvet uyguladığının belirtilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir.

Etkileşen cisimlerin birbirine uyguladıkları kuvvetin hacimle ilişkilendirilmesi öğrenciler arasında rastlanan bir diğer kavram yanlışısıdır. Farklı büyüklükteki cisimlerin birbirine çarpması sırasında büyük olan cismin küçük olan cisme daha büyük kuvvet uyguladığı görüşü, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirildiğini göstermektedir. Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "B" seçeneğinin seçilerek, lobutun toptan daha büyük olduğu için lobutun topa daha fazla kuvvet uyguladığının belirtilmesi kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir.

Öğrencilerin etki-tepki prensibi ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de belirlenen değerlendirme seviyelerine göre sınıflandırılmıştır. Tablo 4.14'te kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki anlama seviyeleri gösterilmektedir. Bu soruda belirlenen kavram yanlışları Tablo 4.17'de yer almaktadır. Bu soru ile ilgili yapılan son analiz çalışması ise kavram yanlışlarının dayandığı ontolojik temelin belirlenmesidir. Belirlenen kavram yanlışlarının hangi ontolojik kategoriye yerleştirildiği gösteren şemalar Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te sunulmaktadır.

**Tablo 4.14. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin İkinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Tam Anlama	0	1	0	3,85	2	13	7,69	50
Kısmen Anlama	1	0	3,85	0	1	0	3,85	0
Kavram Yanılgısı	25	25	96,15	96,15	23	13	88,46	50
Anlamama	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.14'te sunulan ön test verileri incelendiğinde, etki-tepki prensibi ile ilgili kavramı tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencisi bulunmazken, deney grubu öğrencilerinin %7,69'unun bu kavramı doğru anladığı görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin %96,15'inin ve deney grubu öğrencilerinin %88,46'sının ön testte kavram ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmektedir. Bununla birlikte kontrol ve deney gruplarından %3,85'lik bir kesimin gerekçeyi doğru belirterek kavramı kısmen anlama seviyesinde oldukları görülmektedir.

Tablo 4.14'te yer alan öğrencilerin son testteki anlama düzeyleri incelendiğinde, kontrol grubunda kavramı tam anlayanların oranının %3,85'te kaldığı, deney grubunda ise tam anlayanların oranının %50'ye yükseldiği dikkat çekmektedir. Son testte kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda %96,15 oranında sabit kalırken, deney grubunda ise %50'ye düşmüştür. Kontrol ve deney grubunda son testte kavramı kısmen anlayan öğrenci belirlenmemiştir. Kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranında son testte deney grubunda, kontrol grubundakine oranla daha büyük bir düşüş gerçekleşmiştir.

Tablo 4.14'teki veriler değerlendirildiğinde, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda kavramı tam anlayan öğrencilerin oranında büyük bir artış olduğu belirlenmektedir. Bununla birlikte, bu soruda belirlenen kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel yöntemin yetersiz kaldığı görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin yanlışları son testte de devam etmektedir. Buradan hareketle, kütlesi, büyüklüğü, hızı ne olursa olsun etkileşen cisimlerin birbirine eşit büyüklükte etki ve tepki kuvvetleri uygulayacağına vurgulandığı animasyonlarla öğretimin gerçekleştirilmesi, geleneksel yaklaşıma göre kavram öğrenme düzeyini daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır.

KHKKT'nin ikinci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem de, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Tablo 4.15'te kontrol ve deney grubu öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram ön testinin ve son testinin ikinci sorusunda sahip oldukları kavram yanlışları gösterilmiştir.

**Tablo 4.15. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin İkinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Topun ağırlığı fazla olduğu için, top lobuta daha fazla kuvvet uygular.	10	10	38,46	38,46	11	8	42,31	30,77
Lobutun büyüklüğü toptan fazla olduğu için, lobut topa daha büyük kuvvet uygular.	4	3	15,38	11,54	1	0	3,85	0
Sadece topun bir hızı olduğu için sadece top bir kuvvet uygular.	11	12	42,31	46,15	11	5	42,31	19,23

Tablo 4.15'te yer alan ön test verileri incelendiğinde, öğrencilerin en fazla oranda iki kavram yanlışlığı üzerinde yoğunlaştıkları dikkat çekmektedir. Bunlardan ilki, "Sadece topun bir hızı olduğu için sadece top bir kuvvet uygular." şeklindeki kavram yanlışlığıdır. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı ön testte kontrol grubu ve deney grubu için %42,31 olarak belirlenmiştir. İkinci oranda en fazla sahip olunan kavram yanlışlığı ise, "Topun ağırlığı fazla olduğu için, top lobuta daha fazla kuvvet uygular." şeklindeki ifadedir. Bu kavram yanlışlığına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %38,46, deney grubu öğrencilerinin oranı ise %42,31 olarak tespit

edilmiştir. En az oranda sahip olunan kavram yanılması ise, "Lobutun büyüklüğü toptan fazla olduğu için, lobut topa daha büyük kuvvet uygular." ifadesidir. Bu kavram yanılması oranı kontrol grubu için %15,38, deney grubu için %3,85 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.15'te yer alan son test verileri incelendiğinde, en fazla oranda sahip olunan "Sadece topun bir hızı olduğu için sadece top bir kuvvet uygular." kavram yanılması kontrol grubunda %46,15'e yükseldiği, deney grubunda ise %19,23'e düştüğü görülmektedir. Bu kavram yanılmasına sahip öğrenci oranının kontrol grubunda arttığı, deney grubunda ise büyük oranda azaldığı fark edilmektedir. Hızı daha fazla olan cisimlerin daha büyük kuvvet uygulayacağına ilişkin kavram yanılması, özellikle kontrol grubu öğrencilerinin gidermekte zorlandıkları ve son testte de büyük oranda devam ettirdikleri yanılması arasındadır.

Son testte, kontrol grubu öğrencilerinin ikinci sırada, deney grubu öğrencilerinin ise ilk sırada en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılması "Topun ağırlığı fazla olduğu için, top lobuta daha fazla kuvvet uygular." ifadesidir. Bu kavram yanılmasına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı %38,46'da kalırken, deney grubunda %30,77'ye düştüğü görülmüştür. Bu kavram yanılmasına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda değişmezken, deney grubunda düşüş yaşamıştır.

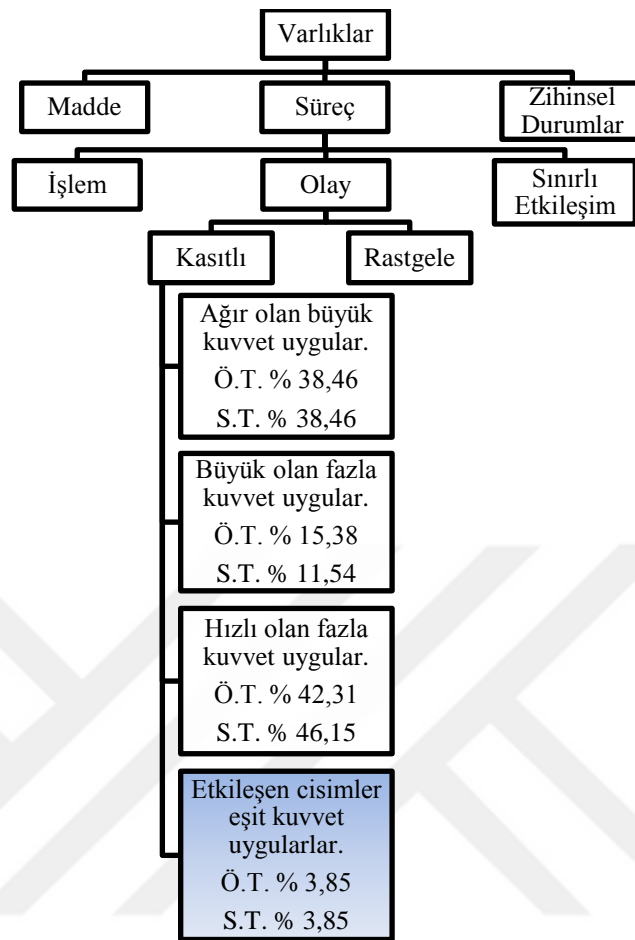
En az oranda sahip olunan "Lobutun büyüklüğü toptan fazla olduğu için, lobut topa daha büyük kuvvet uygular." kavram yanılması oranının kontrol grubunda %11,54'e düştüğü, deney grubunda ise tamamen ortadan kalktığı belirlenmiştir.

Kütlenin veya hızın büyüklüğünün etki-tepki kuvvetlerinde belirleyici olduğuna yönelik kavram yanılması öğrenciler arasında sıklıkla karşılaşılan kavram yanılması arasında oldukları belirlenmiştir. Hem kontrol grubu, hem de deney grubu öğrencilerinin ön testte büyük oranda bu kavram yanılmalarına sahip oldukları görülmüştür. Deney grubunda yer alan öğrencilerin büyük kısmının yapılan öğretim sonucunda bu kavram yanılmalarını gidermeyi başarabildikleri, fakat kontrol grubundaki öğrencilerin kavram yanılmalarını son testte de devam ettirdikleri tespit edilmiştir. Kütlenin, büyüklüğün, hızın farklı olduğu durumlarda da cisimlerin birbirine eşit etki-tepki kuvvetleri uyguladıklarını vurgulayan animasyonların kullanımının, öğrencilerin kavramsal

anlama düzeylerini arttırmada ve kavram yanlışlarını gidermede olumlu etkileri olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Tabloların incelenmesi sırasında dikkat çeken bir diğer husus da kontrol grubundaki öğrencilerin sahip oldukları "Sadece topun bir hızı olduğu için sadece top bir kuvvet uygular." kavram yanlış oranının son testte artmasıdır. Yapılan öğretim sonucunda öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin artması, kavram yanlışlarının giderilmesi amaçlanmasına rağmen, bazı durumlarda öğrencilerin kavramsal karışıklıkları artabilmekte ve yeni kavram yanlışları geliştirebilmektedirler. Öğrenciler öğrenimleri sırasında, bazı durumlarda kavramsal değişim gerçekleştirerek, yerine başka kavram yanlışlarını oluşturabilmektedirler. Buna benzer bir durumun bu soru için gerçekleştiği, tablodaki oranların değişiminden görülmektedir. Yapılan eğitimin yetersiz kaldığı durumlarda, öğrenciler kavramları doğru yerleştirmekte zorlanabilmektedirler. Yapılan öğretimle kavram yanlışlarının giderilmesi amaçlanmasına rağmen, (öğrenci, öğretmen, materyal faktörü gibi) çeşitli nedenlerden dolayı zaman zaman öğrencilerin kavramsal karmaşaları artabilmekte ve yeni kavram yanlışları oluşabilmektedir.

KHKKT'nin ikinci sorusunun analizi sırasında yapılan son işlem ise, ön test ve son testte belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.3'te kontrol grubundaki öğrencilerin KHKKT'nin ikinci sorusuna ait ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışlarının ontolojik incelemesi gösterilmektedir.



**Şekil 4.3. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi İkinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

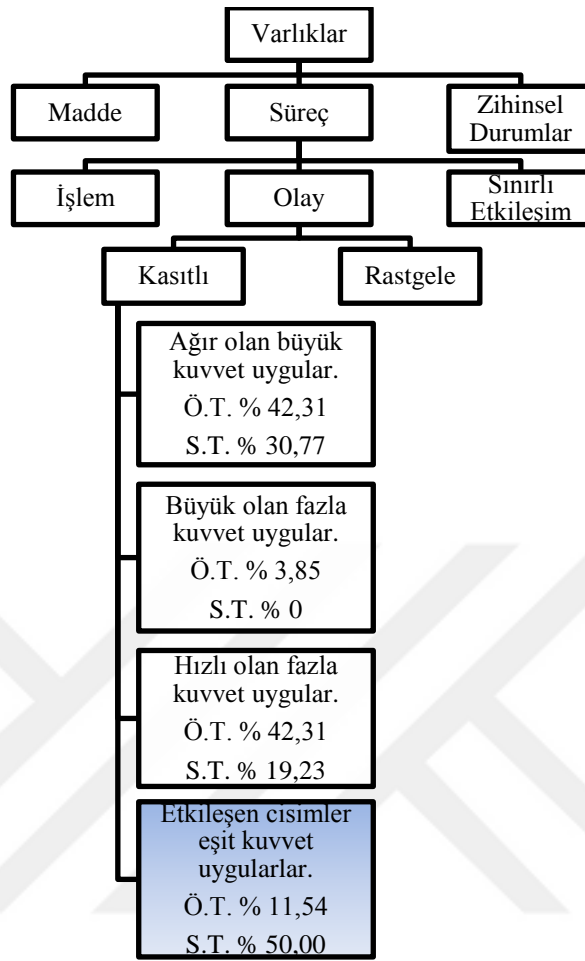
Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin ikinci sorusunda etkileşen cisimlerin birbirlerine uyguladıkları etki ve tepki kuvvetlerinin ağırlık, hız, büyüklük gibi değişkenlerden etkilenip etkilenmediğine dair öğrenci görüşleri sorgulanmaktadır. Bu soru için yapılan ontolojik incelemenin ardından, belirlenen kavram yanılgılarının, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklandığı tespit edilmiştir. Etkileşen cisimlerin birbirine eşit kuvvet uyguladığını belirterek, kavramı süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine doğru yerleştiren kontrol grubu öğrencilerinin oranının, ön testte ve son testte %3,85 seviyesinde kaldığı belirlenmiştir.

Bu soruda, etkileşen cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerin, hangi değişkenlerden nasıl etkilendiğine ilişkin kavram yanılgılarının ontoloji temelinde tek kaynağına rastlanmıştır. Yapılan ontolojik inceleme sonucunda, öğrencilerin süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde üç farklı yanal kategori

oluşturarak yerleştirdikleri ortaya çıkmıştır. Bu yanal kategoriler arasında, en fazla oranda sahip olunan kavram yanılığsı, hızlı olan cismin daha fazla kuvvet uygulayacağına yönelik olan kavram yanılığsıdır. Kontrol grubundaki öğrencilerin %42,31'i ön testte bu kavram yanılığsına sahipken, son testte bu oran artarak, %46,15'e ulaşmıştır. Belirlenen ikinci yanal kategoride ise, öğrenciler daha ağır olan cismin daha büyük kuvvet uygulayacağını belirtmişlerdir. Kontrol grubu öğrencilerinin ön testte %38,46 oranında bu kavram yanılığsına sahip oldukları ve son testte bu oranın değişmediği belirlenmiştir. Üçüncü sıradaki yanal kategoriye ise, büyük olan cismin fazla kuvvet uygulayacağı kavram yanılığsı yerleştirilmiştir. Bu kavram yanılığsına sahip öğrencilerin oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür. Literatürde yanal ontolojik kategoriler arasında kavramsal değişimin, üst ontolojik kategoriye geçişe göre daha kolay ve hızlı gerçekleştiği bahsedilmesine karşın, bu soru için bu durumun gerçekleşmediği saptanmıştır. Kontrol grubundaki öğrencilerin kavramı doğru anlama ve ontolojik olarak yanal geçişle uygun kategoriye doğru yerleştirmede zorlandıkları belirlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin kavrama doğru anlam yüklemelerine yardımcı olabilecek, uygun öğretim materyalleriyle desteklenmemiş olmalarından kaynaklanabilmektedir. Geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubunun öğretimi sırasında, onların kavram yanılığlarının farkına varabilecekleri ve düzeltme gereği duyabilecekleri herhangi farklı bir aktiviteye yer verilmemiş olması bu durumda etkilidir.

Şekil 4.4'te deney grubundaki öğrencilerin KHKKT'nin ikinci sorusuna ait ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılığlarının ontolojik incelemesi gösterilmektedir.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin ikinci sorusunda etkileşen cisimlerin birbirlerine uyguladıkları etki ve tepki kuvvetlerinin farklı değişkenlere bağlı olarak değişip değişmediği konusuna ait öğrenci görüşleri sorgulanmaktadır. Bu soru için yapılan ontolojik incelemenin ardından, belirlenen kavram yanılığlarının, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklandığı tespit edilmiştir.



**Şekil 4.4. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi İkinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Etkileşen cisimlerin, kütle, hız gibi değişkenlerden bağımsız olarak, birbirlerine eşit kuvvet uyguladığını belirterek, kavramı süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine doğru yerleştirebilen deney grubu öğrencileri olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %50,00'ye çıkmıştır. Kavramın algılanmasına yardımcı olmak amacıyla hazırlanan animasyonlarla desteklenen öğretim yönteminin, deney grubundaki öğrencilerin kavramı anlama düzeylerini arttırdığı görülmektedir.

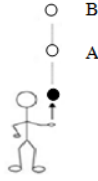
KHKKT'nin ikinci sorusunda etki-tepki prensibi ile ilgili belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde tek kaynağı bulunmaktadır. Öğrencilerin, etki-tepki prensibi ile ilgili kavram yanılgılarının temeli süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeye dayanmaktadır. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını kasıtlı olay kategorisi içine üç farklı yanal kategori



oluşturarak yerleştirdikleri belirlenmiştir. Bu yanal kategoriler arasında, en fazla oranda sahip olunan kavram yanılığı, "hızlı olan cisim daha fazla kuvvet uygular" kavram yanılığıdır. Deney grubundaki öğrencilerin %42,31'i ön testte bu kavram yanılığına sahipken, son testte bu oran %19,23'e düşmüştür. Belirlenen ikinci yanal kategoride ise, öğrenciler daha ağır olan cismin daha büyük kuvvet uygulayacağını belirtmişlerdir. Deney grubu öğrencilerinin ön testte %42,31 oranında bu kavram yanılığına sahip oldukları ve son testte bu oranın %30,77'ye düştüğü belirlenmiştir. Üçüncü sıradaki yanal kategoriye ise, büyük olan cismin fazla kuvvet uygulayacağı kavram yanılığı yerleştirilmiştir. Bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu kavram yanılığı ortadan kalkmıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin ikinci sorusuna ilişkin belirlenen kavram yanılıklarının ontolojik incelemesi sonucunda, belirlenen kavram yanılıklarının hepsinin oranında son testte düşüş olduğu, hatta yanal kategorilerinden bir tanesinin tamamen ortadan kalktığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda kasıtlı olay kategorisine yanal olarak yerleştirilen doğru cevabın oranında son testte büyük bir artış olduğu görülmektedir. Buradan hareketle, uygun öğretim materyalleriyle desteklenen öğretim ortamında, öğrencilerin yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılıklarını daha kolay bir şekilde düzeltme imkanı buldukları sonucuna ulaşılabilmektedir. Animasyonlarla desteklenen öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda, kavramsal değişimin gerçekleşebilmesi için uygun materyallerle öğretim desteklenmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin, etki-tepki prensibi ile ilgili kavramı son testte doğru kategori içerisine yerleştirmede büyük oranda başarılı olabilmelerinin bir sebebi de, belirlenen kavram yanılıklarının yine süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Aynı kategorinin alt kategorilerinde yer alan doğru kavram ve kavram yanılıklarının benzer özellikleri olduğundan, uygun materyallerle öğretim desteklendiği takdirde, öğrenciler fazla zorlamadan, yanal geçişle kavram yanılıklarını düzeltebilme imkanı bulmuşlardır.

### 4.3.3. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Üçüncü Sorusuna Ait Analizler



3. 1.

Bir çocuk, çelik bir topu dikey olarak yukarıya doğru fırlatıyor. Hava direncini ihmal edersek topun yükselişi ve düşüşü süresince cisme etkiyen kuvvet(ler) neler(dir)?

Top Yukarı Çıkarken Etki Eden Kuvvetler ve Yönü	Top Aşağı Düşerken Etki Eden Kuvvetler ve Yönü
A. Yukarıya doğru sürekli <u>azalan</u> bir fırlatma kuvveti	Aşağı doğru sürekli <u>artan</u> yerçekimi kuvveti
B. Yukarıya doğru sürekli <u>azalan</u> bir fırlatma kuvveti ve aşağı doğru <u>sabit</u> yerçekimi kuvveti	Aşağı doğru <u>sabit</u> yerçekimi kuvveti
C. Aşağı doğru <u>sabit</u> yer çekimi kuvveti*	Aşağı doğru <u>sabit</u> yer çekimi kuvveti*
D. Herhangi bir kuvvet yoktur.	Herhangi bir kuvvet yoktur.
E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....	.....

3. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Çocuk topu yukarı doğru atarken topa bir kuvvet uygular. Bu kuvvet, top yukarı çıkarken, yerçekiminden dolayı azalır ve bir süre sonra biter. Aşağı inerken de top üzerinde, aşağıya doğru ve artan bir yerçekimi kuvveti vardır. (Madde → Doğal Tür → Cansız)
- B. Yukarı doğru atılan bir cisme, sadece yerçekimi kuvveti aşağıya doğru etki eder ve etki ettiği cisim için her zaman sabittir. (Süreç → Sınırlı Etkileşim → Doğal)\*
- C. Çocuk topu yukarı doğru atarken topa bir kuvvet uygular. Bu kuvvet, top yukarı çıkarken, yerçekiminden dolayı azalır ve bir süre sonra biter. Aşağı inerken de top üzerinde, aşağıya doğru ve sabit bir yerçekimi kuvveti vardır. (Madde → Doğal Tür → Cansız)
- D. Cisme dokunulmadığı için etkiyen kuvvet de yoktur. (Süreç → Olay → Rastgele)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin üçüncü sorusunda, yukarıya doğru fırlatılan bir tenis topuna hareketi boyunca, yani cismin yükselişi ve düşüşü süresince cisme etki eden kuvvetler sorulmaktadır. Topu yukarıya doğru fırlatma sırasında uygulanan fırlatma kuvvetinin, top tepe noktasına ulaşmaya kadar etkideği ve bu kuvvetin zamanla azalarak bittiği, topun yere düşüşü sırasında da etkiyen yerçekimi kuvvetinin arttığı düşüncesi öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanlışlarıdır. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin bu kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları bu soru ile belirlenmeye çalışılmıştır.

Cismi yukarıya doğru fırlatırken uygulanan kuvvet, sadece hareketin başlangıcında, yani top kişinin elinden çıkarken etki etmektedir. Bu sırada cisim ilk hızla fırlatılır ve kinetik enerji kazanır. Harekete zıt yönlü olan yerçekimi kuvvetinin etkisiyle cisim yavaşlayarak hareket eder. Sahip olduğu kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşene kadar hareketini sürdürür ve cisim tepe noktasına ulaşır. Daha sonra cismin düşüşü sırasında hareketle aynı yönlü olan yerçekimi kuvvetinin etkisiyle cisim hızlanarak yere çarpar. Potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüştüğünden, potansiyel enerjisi azaldıkça kinetik enerjisi artar. Kuvvetin kazanılma, kaybedilme, depolanabilme, harcanma, artma, azalma gibi maddesel özellikleri olmadığından, hareketin başlangıcında uygulanan fırlatma kuvvetinin cismin yükselişi veya alçalışı sırasında etkisi yoktur. Hareketin her iki bölümünde de etki eden tek kuvvet sabit yerçekimi kuvvetidir. Bu şekilde düşünerek soruyu doğru cevaplayanların, sorunun birinci bölümünde "C" seçeneğini ve gerekçe kısmında da "B" seçeneğini işaretlemeleri beklenmektedir. Yerçekimi kuvveti, cisim ile Dünya arasındaki etkileşim olarak açıklanmaktadır. Cisim yere yaklaştıkça yerçekimi kuvveti artmaz veya azalmaz, sabittir. Cismin yükselişi ve düşüşü sırasında etkiyen sabit yerçekimi kuvveti, ontolojik açıdan değerlendirildiğinde, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir.

Cisim fırlatıldığında, yukarı doğru hareket etmesine neden olan yukarı yönlü bir net kuvvet olduğunun düşünülmesi öğrenciler arasında sık rastlanan bir kavram yanlışlığıdır. Hareketin başlangıcında uygulanan fırlatma kuvvetinin hareket boyunca etkimeye devam ettiğinin düşünülmesi, kuvvetin maddesel özellikler taşıyarak cisim tarafından kazanıldığı düşünülmesini ortaya çıkarmaktadır. Kazanılan bu kuvvetin hareket boyunca tükendiğini ve tamamen tükendiğinde de cismin tepe noktasına ulaştığını

belirtmek, kuvvete depolanabilme ve tükenme özelliklerinin aktarıldığını göstermektedir. Bu şekilde kavram yanlışlığına sahip olarak, sorunun birinci bölümünde "B" seçeneğinin, gerekçe bölümünde de "C" seçeneğinin işaretlenmesi, madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan cansız doğal tür kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Cismin aşağı düşüşü sırasında yerçekimi kuvvetinin arttığının düşünülmesi de yine öğrenciler arasında sık karşılaşılan bir kavram yanlışlığıdır. Cismin yukarı yönlü hareketi boyunca, fırlatma sırasında kazandığı kuvvetin tüketilmesi ve buna ek olarak düşüşü sırasında sürekli artan bir yerçekimi kuvvetinin etkidiğinin belirtilmesi, yine madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan cansız doğal tür kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir. Bu şekilde kavram yanlışlığına sahip olanların sorunun birinci bölümünde ve ikinci bölümünde "A" seçeneğini işaretlemeleri beklenmektedir. Soruyu bu şekilde cevaplayan öğrencilerin ayrıca yerçekimi kuvvetinin cisimlere sadece düşerken etki ettiği şeklinde kavram yanlışlığına da sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Öğrencilerin sahip olabileceği bir diğer kavram yanlışlığı da, kuvvetin sadece dokunmayla etkiyebileceğinin düşünülmesidir. Bu sorunun ilk bölümünde ve ikinci bölümünde "D" seçeneklerinin seçilmesi, cisimlerin sadece birbirine temas ederek kuvvet uygulayabileceklerinin düşünüldüğünü göstermektedir. Bu soruda, cisme dokunulmadığından etkiyen herhangi bir kuvvetin olmadığı belirtilmesi, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Bu soruda doğru cevap haricindeki seçeneklerin seçilmesi, üst kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlıklarının varlığını göstermektedir.

Öğrencilerin, fırlatılan cisme etkiyen kuvvetlerle ilgili anlama seviyeleri, Tablo 4.11'de verilen değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmış, kavramla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlıkları belirlenmiş ve bu kavram yanlışlıkları ontolojik açıdan değerlendirilmiştir. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.16'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.16. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Üçüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	2	2	7,69	7,69	2	10	7,69	38,46
<b>Kısmen Anlama</b>	4	1	15,38	3,85	0	2	0	7,69
<b>Kavram Yanılgısı</b>	20	22	76,92	84,62	24	14	92,31	53,85
<b>Anlamama</b>	0	1	0	3,85	0	0	0	0

Tablo 4.16'daki veriler incelendiğinde, yükseliş ve düşüş sırasında cisme hangi kuvvetlerin etki ettiği ile ilgili kavramı tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte ve son testte %7,69'da kaldığı görülmektedir. Geleneksel yöntemle yapılan öğretimin kontrol grubu öğrencilerinin kavram öğrenme düzeylerinde bir değişiklik oluşturmadığı görülmektedir. Animasyon destekli öğretimin yapıldığı deney grubunda ise, kavramı tam ve doğru anlayanların oranı ön testte %7,69 iken, son testte bu oran %38,46'ya yükselmiştir. Deney grubunun kavram öğrenme düzeyinde kontrol grubuna göre daha büyük bir değişim yaşanmıştır. Dolayısıyla bu soru için, animasyon destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre kavramsal anlama düzeyini daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Kavramı kısmen anlayanların oranı kontrol grubunda ön testte %15,38 iken, son testte %3,85'e düşmüştür. Ön testte deney grubunda kavramı kısmen anlayan öğrenci bulunmazken, son testte kavramı kısmen anlayanların oranı %7,69 olarak belirlenmiştir.

Bu soruda ölçülen kavramla ilgili, her iki grubun da büyük çoğunluğunun ön testte kavram yanılgılarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ön testte kavram yanılgılarına sahip olanların oranı kontrol grubu için %76,92 ve deney grubu için %92,31 olarak bulunmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin kavram yanılgıları son testte giderilemediği gibi, aksine öğrenciler yeni kavram yanılgıları oluşturmuşlardır. Son testte kontrol grubu öğrencilerinin %84,82'sinin öğretimden sonra hala kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin birçoğunun kavram yanılgısı yapılan öğretim sonucunda giderilebilmiştir. Son testte kavram yanılgısına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı %53,85 olarak tespit edilmiştir.

Bu soruda konu edilen, cismin yukarı fırlatılması ve aşağıya düşüşü sırasında cisme etkiyen kuvvetlerin açıklandığı animasyonun deney grubunun öğretimi sırasında kullanılması, öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerini arttırmada etkili olduğu gözlenmiştir. Kontrol grubunda ön test ve son test sonuçları arasında hedeflenen değişimin ortaya çıkmaması, geleneksel yöntemle yapılan öğretimin, öğrencilerin kavramsal değişime yönelmesinde ve kavram öğrenme düzeylerinin artmasında yetersiz kaldığı şeklinde yorumlanmıştır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin üçüncü sorusunun analizi sırasında yapılan diğer bir çalışma da, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Tablo 4.17'de kontrol ve deney grubu öğrencilerinin KHKK ön testi ve son testinde sahip oldukları kavram yanlışları ve bu yanlışların oranları gösterilmiştir.

**Tablo 4.17. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Testi ve Son Testinin Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanlışsı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Çocuk topu yukarı doğru atarken topa bir <u>kuvvet</u> uygular. Bu kuvvet, top yukarı çıkarken, yerçekiminden dolayı <u>azalır</u> ve bir süre sonra <u>biter</u> . Aşağı inerken de top üzerinde, aşağıya doğru ve <u>artan</u> bir <u>yerçekimi kuvveti</u> vardır.	14	14	53,85	53,85	15	9	57,69	34,62
Çocuk topu yukarı doğru atarken topa bir <u>kuvvet</u> uygular. Bu kuvvet, top yukarı çıkarken, yerçekiminden dolayı <u>azalır</u> ve bir süre sonra <u>biter</u> . Aşağı inerken de top üzerinde, aşağıya doğru ve <u>sabit</u> bir <u>yerçekimi kuvveti</u> vardır.	5	7	19,23	26,92	4	2	15,38	7,69
Cisme dokunulmadığı için etkiyen <u>kuvvet</u> de <u>yoktur</u> .	1	1	3,85	3,85	2	2	7,69	7,69
Topun ağır olması ve yer tarafından çekilmesi topun yükseğe çıkmasına engel olur.	0	0	0	0	1	0	3,85	0
Tepe noktasından aşağı inerken yüksek bir basınçla aşağı iner.	0	0	0	0	1	0	3,85	0
Top yukarı atılırken topa uygulanan kuvvet artar, aşağı inerken kuvvet azalır.	0	0	0	0	1	0	3,85	0
Yukarı yönde potansiyel enerji artar, kinetik enerji azalır. Aşağı yönde kinetik enerji artar, potansiyel enerji azalır. Kuvvet değişimi de kinetik enerji değişimi gibi olur.	0	0	0	0	0	1	0	3,85

Tablo 4.17'de verilen KHKKT'nin üçüncü sorusuna ait ön test verileri incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin büyük oranda "Çocuk topu yukarı doğru atarken topa bir kuvvet uygular. Bu kuvvet, top yukarı çıkarken, yerçekiminden dolayı azalır ve bir süre sonra biter. Aşağı inerken de top üzerinde, aşağıya doğru ve artan bir yerçekimi kuvveti vardır." yanılığında %53,85 ve deney grubunda %57,69'dur. Bu kavram yanılığında sahip öğrencilerin oranının bu kadar yüksek çıkmasından, öğrencilerin genel görüşünün, yukarıya fırlatılan bir cisme hareketi boyunca fırlatma kuvvetinin etkidiği ve bu kuvvetin zamanla azalarak tükeneceği yönünde olduğu anlaşılmaktadır. Bu öğrencilerin aynı zamanda, yerçekimi kuvvetinin artan bir kuvvet olduğu şeklindeki kavram yanılığında da sahip oldukları anlaşılmaktadır. Tablo 4.17'de yer alan son test verileri incelendiğinde, bu kavram yanılığının son testte de en fazla oranda sahip olunan kavram yanılığı olduğu görülmektedir. Bu kavram yanılığında sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda değişmeyerek, %53,85 oranında kalırken, deney grubunda %34,62'ye düşmüştür. Deney grubunda gerçekleşen değişimin sebebi şu şekilde açıklanabilir: Deney grubunda yapılan etkinliklerde öğrenciler, cisme hareketi sırasında etkiyen kuvvetleri, yönlerini ve büyüklüklerini animasyonda görerek daha kolay algılama fırsatı bulmuşlardır. Öğrencilerin öğrenmekte zorlandıkları soyut kavramların bu şekilde görseller üzerinde açıklanması, öğrencilerin kavram yanılıklarının farkına varmaları ve kavramsal değişimin gerçekleşmesi açısından etkili olmuştur.

Öğrenciler ikinci sırada "Çocuk topu yukarı doğru atarken topa bir kuvvet uygular. Bu kuvvet, top yukarı çıkarken, yerçekiminden dolayı azalır ve bir süre sonra biter. Aşağı inerken de top üzerinde, aşağıya doğru ve sabit bir yerçekimi kuvveti vardır." yanılığında yoğunlaşmışlardır. Bu yanılığa sahip öğrenciler, bir önceki yanılığında olduğu gibi cisme uygulanan fırlatma kuvvetinin cisme hareketi boyunca etkiyeceğini ve bir müddet sonra tükeneceğini belirtmektedirler. Yalnız burada farklı olarak yerçekimi kuvvetinin sabit olduğu ifadesi yer almaktadır. Fırlatma kuvvetinin cisim tarafından kazanılan bir kuvvet olduğu ve azalarak etkimeye devam ettiği yönünde kavram yanılığında sahip olanların oranı kontrol grubu için ön testte %19,23, son testte %26,92 ve deney grubu için ön testte %15,38, son testte ise %7,60 olarak belirlenmiştir. Bu yanılığının oranının kontrol grubunda son testte artması dikkat çeken bir sonuç olmuştur. Öğrencilerin bir kısmının kavramsal değişimi gerçekleştirdikleri fakat yeni kavram

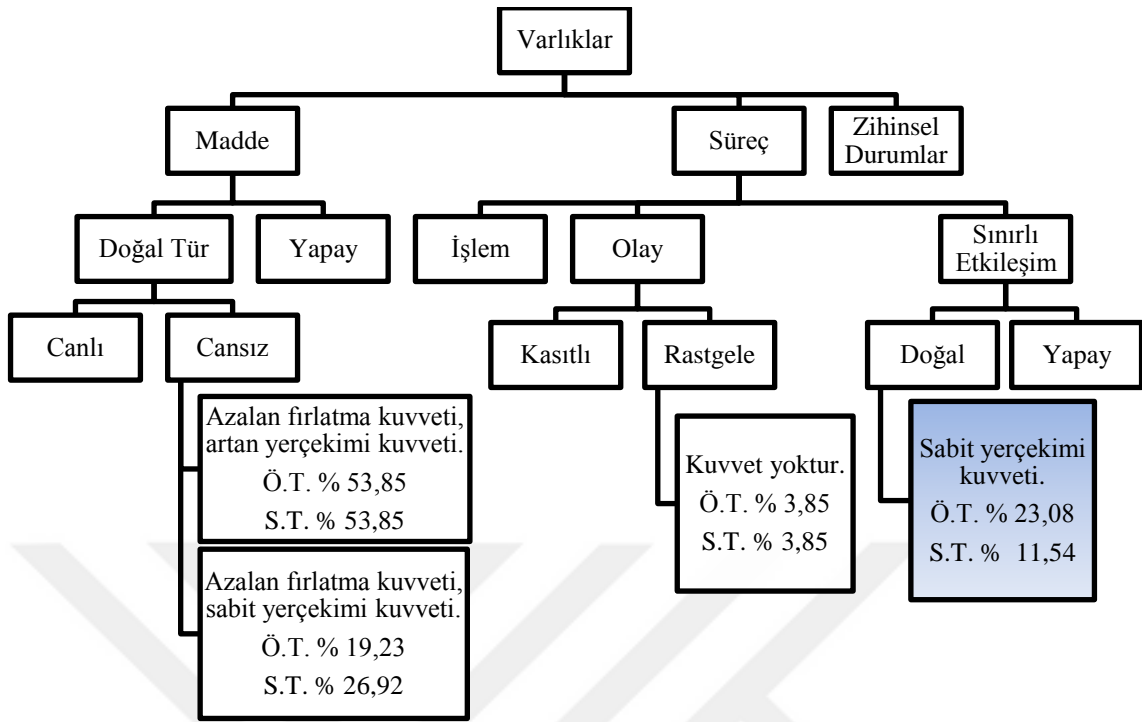
yanılgıları oluşturdukları görülmüştür. Bu durum, geleneksel yaklaşıma göre yapılan öğretimin, kontrol grubundaki öğrencilerin soyut kavramları zihinlerinde netleştirmelerinde yetersiz kaldığı şeklinde yorumlanmıştır. Hatta bunun gibi bazı durumlarda öğrenciler kavram yanılgılarını gideremedikleri gibi, yaşadıkları kavramsal karmaşa sonucunda yeni kavram yanılgıları üretebilmektedirler.

En az oranda sahip olunan kavram yanılgısı ise "Cisme dokunulmadığı için etkiyen kuvvet de yoktur." ifadesi olmuştur. Bu yanılgıya sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön test ve son testte %3,85, deney grubu öğrencilerinin oranı ise ön test ve son testte %7,69 olarak bulunmuştur.

"Topun ağır olması ve yer tarafından çekilmesi topun yükseğe çıkmasına engel olur.", "Tepe noktasından aşağı inerken yüksek bir basınçla aşağı iner." ve "Top yukarı atılırken topa uygulanan kuvvet artar, aşağı inerken kuvvet azalır." şeklindeki ifadeler soru seçeneklerinde yer almayan, öğrencilerin "Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: ....." seçeneğine kendilerinin yazdıkları cevaplardır. Bu kavram yanılgılarının her biri deney grubunda ön testte %3,85 oranında tespit edilmiştir. "Yukarı yönde potansiyel enerji artar, kinetik enerji azalır. Aşağı yönde kinetik enerji artar, potansiyel enerji azalır. Kuvvet değişimi de kinetik enerji değişimi gibi olur." şeklindeki kavram yanılgısı ise deney grubunda son testte %3,85 oranında tespit edilmiştir.

Bu sorunun analizi sırasında yapılan bir diğer işlem de, belirlenen kavram yanılgılarının kaynaklarının ontoloji temelinde incelenmesidir. Belirlenen kavram yanılgılarının ontolojik açıdan incelemesi Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görülmektedir.





**Şekil 4.5. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Üçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.5 incelendiğinde, Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin üçüncü sorusunda yukarıya doğru fırlatılan bir topa, hareketi boyunca, yani yükselişi ve yere düşüşü sırasında etkiyen kuvvetlerle ilgili öğrenci görüşleri sorgulanmaktadır. Topun tepe noktasına ulaşması ve yere düşüşü sırasında etkiyen tek kuvvetin yer çekimi kuvveti olduğunu belirten öğrenciler soruyu doğru cevaplamışlardır. Bu öğrenciler, cisme hareketi boyunca sadece aşağı yönlü sabit yerçekimi kuvvetinin etkiğini belirterek, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine doğru bir şekilde yerleştirmişlerdir. Kavramı bu şekilde doğru ontolojik kategoriye yerleştiren kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %23,08 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür. Bu soru için, kontrol grubu öğrencilerinin kavram anlama düzeylerinde artış saptanamamıştır. Bu durum, geleneksel yaklaşıma göre yapılan öğretimin öğrencilerin kavram karmaşalarını gidermede etkili olmadığı, hatta yeni kavram yanılgıları oluşturmalarına neden olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Öğrencilerin, bu soruda ölçülmek istenen kavramı doğru ontolojik kategoriye yerleştirmede zorlandıkları görülmektedir. Elde edilen verilerden yola çıkarak, öğrencilerin büyük çoğunluğunun kavramı doğru şekillendiremediği ve bilgiyi yeteri kadar sorgulamadan kabul edip, zihinlerinde var olan kategoriye yerleştirme eğilimi

olduğu ve geleneksel yaklaşıma göre yapılan öğretimin bu durumu değiştirmede etkili olamadığı şeklinde yorumlanmıştır.

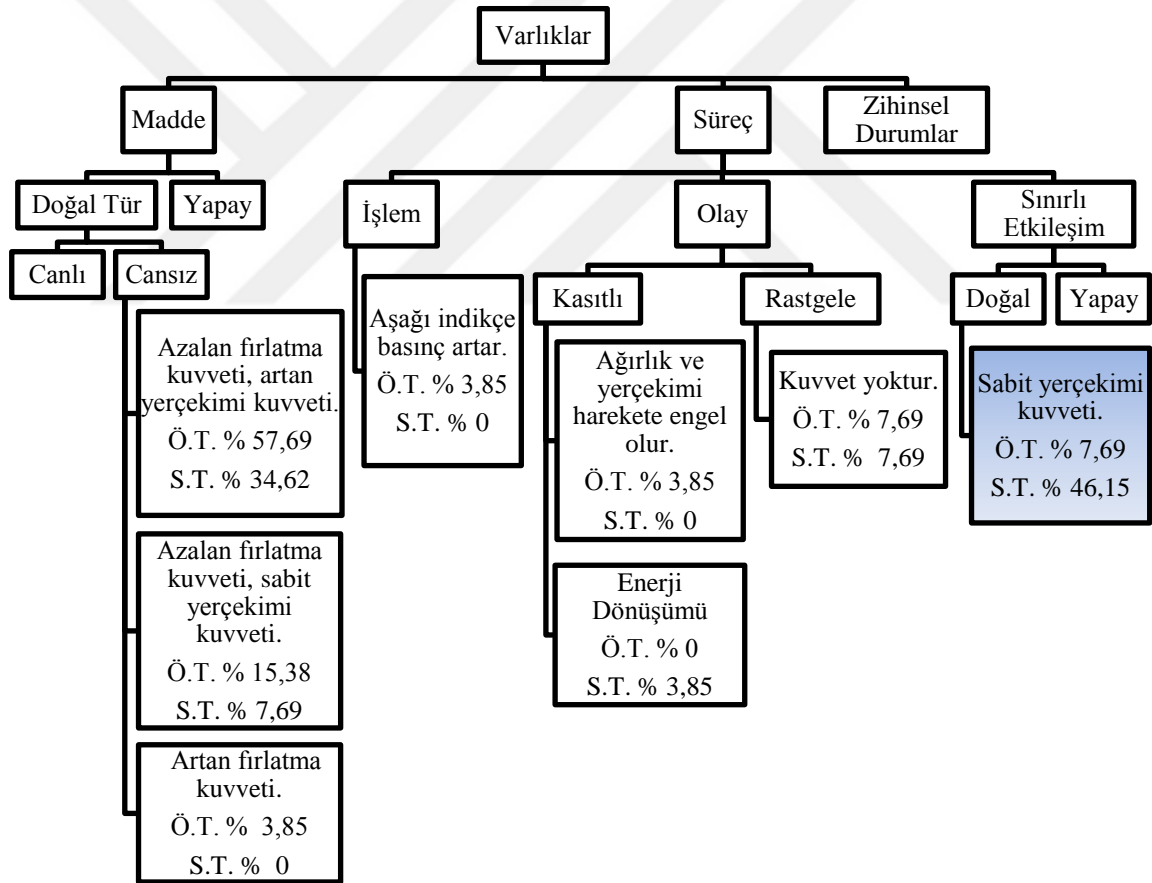
Fırlatılan bir cisme etkiyen kuvvetlerin sorgulandığı bu soruda belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde iki farklı kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan biri, temel kategorilerden biri olan "madde" kategorisinin cansız doğal tür kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığı, diğeri ise "süreç" kategorisinin rastgele olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığıdır.

Öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılığı, cisim yükselirken azalan fırlatma kuvvetinin ve cisim düşerken de artan yerçekimi kuvvetinin uygulandığının belirtildiği kavram yanılığıdır. Bu yanılığın oranı kontrol grubunda ön testte ve son testte %53,85 olarak belirlenmiştir. Bu yanılığa sahip öğrencilerin, kuvvete kazanılma, kaybedilme, depolanabilme, harcanma, artma, azalma gibi maddesel özellikler atfettikleri, dolayısıyla kuvvet kavramını madde kategorisi içerisinde değerlendirdikleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerin soruyu bu şekilde cevaplamalarının sebebi, yukarı doğru hareket eden bir cisme hareket yönünde bir kuvvetin etkimesi gerektiği şeklinde kavram yanılığına sahip olmalarıyla açıklanabilir. Bu şekilde kavram yanılığına sahip öğrenciler genellikle, yerçekimi kuvvetinin hareket yönünde etkiyen bu kuvveti azaltacağını ve bu kuvvet tükenince de cismin tepe noktasına ulaşacağını düşünmektedirler. Soruyu bu şekilde cevaplayan öğrencilerin ayrıca cisim düşerken cisme etkiyen yerçekimi kuvvetinin artacağı şeklinde ikinci bir kavram yanılığına da sahip oldukları görülmektedir. Oysa ki cisme etkiyen yerçekimi kuvveti sabittir. Bu kuvvetin etkisiyle, cisim yükselirken cismin sürati azalır, düşerken ise sürati artar.

Madde kategorisinin cansız doğal tür kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan diğer kavram yanılığı ise, cisim yükselirken azalan fırlatma kuvvetinin ve cisim yükselirken ve düşerken sabit yerçekimi kuvvetinin etkidiğinin belirtilmesidir. Bu seçenekte sabit yerçekimi kuvveti kavramına doğru bir şekilde vurgu yapılmış fakat fırlatma kuvvetine 'kazanılma, tükenme' gibi maddesel özellikler yüklenmiştir. Bu sebeple bu yanılığa sahip öğrencilerin, kuvvet kavramını madde kategorisi içerisinde cansız doğal tür kategorisine yerleştirdikleri anlaşılmaktadır. Bu kavram yanılığının oranı kontrol grubunda ön testte %19,23, son testte ise %26,92 olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin bir kısmının son testte yeni kavram yanılgıları üreterek, bu yanılgıya sahip oldukları dikkat çeken bir sonuç olmuştur.

Bu soru ile ilgili belirlenen son kavram yanılgısı ise, kuvvetin sadece dokunularak oluştuğu ve belirtilen bu durumda cisme hareketi boyunca dokunulmadığı için ona etkiyen herhangi bir kuvvet olmadığının belirtildiği kavram yanılgısıdır. Bu kavram yanılgısı, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Bu kavram yanılgısının oranı kontrol grubunda ön testte ve son testte %3,85 olarak belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte sahip oldukları kavram yanılgılarının ontolojik incelemesi Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



**Şekil 4.6. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Üçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.6 incelendiğinde, Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin üçüncü sorusunda yukarıya doğru fırlatılan bir topa, hareketi boyunca, yani yükselişi ve yere

düşüşü sırasında etkiyen kuvvetlerle ilgili öğrenci görüşleri sorgulanmaktadır. Topun tepe noktasına ulaşması ve yere düşüşü sırasında etkiyen tek kuvvetin yer çekimi kuvveti olduğunu belirten öğrenciler soruyu doğru cevaplamışlardır. Bu öğrenciler, cisme hareketi boyunca sadece aşağı yönlü sabit yerçekimi kuvvetinin etkidiğini belirterek, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine doğru bir şekilde yerleştirmişlerdir. Kavramı bu şekilde doğru ontolojik kategoriye yerleştiren deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %7,69 iken, son testte bu oran %46,15'e yükselmiştir. Animasyon destekli öğretimin yapıldığı deney grubunda, öğrencilerin kavram anlama düzeylerinin arttığı görülmektedir.

Fırlatılan bir cisme etkiyen kuvvetlerin sorgulandığı bu soruda belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde dört farklı kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, temel kategorilerden biri olan "madde" kategorisinin cansız doğal tür kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılması, diğerleri ise "süreç" ontolojik kategorisinin alt kategorileri olan işlem, kasıtlı olay ve rastgele olay kategorilerine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır.

Öğrencilerin ön testte en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılması, kontrol grubunda olduğu gibi deney grubunda da, cisim yükselirken azalan fırlatma kuvvetinin ve cisim düşerken de artan yerçekimi kuvvetinin uygulandığının belirtildiği kavram yanılmasıdır. Bu yanlışın oranı deney grubunda ön testte %57,69 iken, son testte bu oran %34,62'ye düşmüştür. Deney grubunda bu yanlışta sahip öğrencilerin oranında son testte büyük bir düşüş yaşanmıştır. Bu durumda, deney grubunda yapılan öğretimde kullanılan, cismin yükselişi ve düşüşü sırasında etkiyen kuvvetlerin açıklandığı animasyonun etkisinin büyük olduğu düşünülmektedir. Bu yanlışta sahip öğrencilerin, kuvvete kazanılma, kaybedilme, depolanabilme, harcanma, artma, azalma gibi maddesel özellikler atfettikleri, dolayısıyla kuvvet kavramını madde kategorisi içerisinde değerlendirdikleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerin soruyu bu şekilde cevaplamalarının sebebi, yukarı doğru hareket eden bir cisme hareket yönünde bir kuvvetin etkimesi gerektiği şeklinde kavram yanılmasına sahip olmalarıyla açıklanabilir. Bu şekilde kavram yanılmasına sahip öğrenciler genellikle, yerçekimi kuvvetinin hareket yönünde etkiyen bu kuvveti azaltacağını ve bu kuvvet tükenince de cismin tepe noktasına ulaşacağını düşünmektedirler. Soruyu bu şekilde cevaplayan öğrencilerin ayrıca cisim düşerken cisme etkiyen yerçekimi kuvvetinin artacağı şeklinde ikinci bir kavram

yanılıgına da sahip oldukları görülmektedir. Oysa ki cisme etkiyen yerçekimi kuvveti sabittir. Bu kuvvetin etkisiyle, cisim yükselirken cismin sürati azalır, düşerken ise sürati artar.

Madde kategorisinin cansız doğal tür kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan diğer kavram yanılığı ise, cisim yükselirken azalan fırlatma kuvvetinin ve cisim yükselirken ve düşerken sabit yerçekimi kuvvetinin etkidiğinin belirtilmesidir. Bu seçenekte sabit yerçekimi kuvveti kavramına doğru bir şekilde vurgu yapılmış fakat fırlatma kuvvetine 'kazanılma, tükenme' gibi maddesel özellikler yüklenmiştir. Bu sebeple bu yanılığa sahip öğrencilerin, kuvvet kavramını madde kategorisi içerisinde cansız doğal tür kategorisine yerleştirdikleri anlaşılmaktadır. Bu kavram yanılıgının oranı deney grubunda ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür.

Madde kategorisinin cansız doğal tür kategorisinde değerlendirilen son kavram yanılığı ise, bir öğrencinin "Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap ..." seçeneğine yazarak ifade ettiği "Top yukarı atılırken topa uygulanan kuvvet artar, aşağı inerken kuvvet azalır." şeklindeki kavram yanılığıdır. Bu yanılıgının oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu yanılığ ortadan kalkmıştır.

Bu soru ile ilgili belirlenen bir diğer kavram yanılığı ise, kuvvetin sadece dokunularak oluştuğu ve cisme hareketi boyunca dokunulmadığı için ona etkiyen herhangi bir kuvvet olmadığının belirtildiği kavram yanılığıdır. Bu kavram yanılığı, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Bu kavram yanılıgının oranı deney grubunda ön testte ve son testte %7,69 olarak belirlenmiştir.

Süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen kavram yanılıgıları ise, öğrencilerin yazarak ifade ettikleri topun ağırlığının ve yerçekiminin harekete engel olacağıının ve kuvvet değişiminin enerji dönüşümüyle açıklandığı kavram yanılıgılarıdır. Bunlardan ilki ön testte %3,85, ikincisi ise son testte %3,85 oranında saptanmıştır.

Bu soru ile ilgili belirlenen son kavram yanılığı ise süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan, cisim aşağı inerken basıncın artacağıının belirtildiği kavram yanılığıdır. Bu yanılıgının oranı ön testte %3,85 olarak belirlenirken, son testte bu yanılığ ortadan kalkmıştır.

#### 4.3.4. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Dördüncü Sorusuna Ait Analizler



4. 1. Bir çocuk yokuştan aşağıya kaykayıyla inmektedir. Çocuğun **hızı değişmediğine** göre, kaykaya etkiyen **net kuvvet** ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi söylenebilir?

- A. Kaykaya etkiyen net kuvvet sıfırdır.\*
- B. Kaykaya etkiyen sabit bir net kuvvet vardır.
- C. Kaykaya etkiyen artan bir net kuvvet vardır.
- D. Kaykaya etkiyen azalan bir net kuvvet vardır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

4. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Hareket ettiğine göre kaykaya etkiyen net bir kuvvet olmalıdır.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- B. Kaykayın hızı sabit olduğuna göre, kaykaya etkiyen net kuvvet de sabittir.  
(Süreç → İşlem)
- C. Çocuğun hızı sabit olduğuna göre, kaykaya etkiyen net kuvvet sıfırdır.  
(Süreç → İşlem)\*
- D. Kaykaya etkiyen net kuvvet sürtünme kuvvetinden büyük olduğu için çocuk kayabilmektedir. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin dördüncü sorusunda, yokuş aşağı sabit hızla hareket etmekte olan bir kaykaylıya etki eden net kuvvet konusunda öğrencilerin geliştirdikleri alternatif kavramlar sorgulanmaya çalışılmıştır. Soruda kaykaylı çocuğun tepeden aşağıya inerken hızının değişmediği özel olarak belirtildiğine göre, kaykaya etkiyen yerçekimi kuvvetinin yatay bileşeni ile sürtünme kuvveti birbirine eşittir, dolayısıyla etkiyen net kuvvet sıfırdır. Bu sorunun doğru cevabı birinci bölümde "A" ve ikinci bölümde "C" seçenekleridir. "Kaykayın hızı sabitse, etkiyen net kuvvet sıfırdır"

doğru cevabının verilmesi, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine doğru yerleştirildiğini göstermektedir.

"Bir cismin sabit hızla gidebilmesi için, sabit kuvvet gereklidir" görüşü öğrenciler arasında sık rastlanan kavram yanlışlarından bir tanesidir. Sorunun birinci bölümünde "B" seçeneğinin, gerekçe kısmı olan ikinci bölümünde de "B" seçeneğinin seçilmesi, "cisim sabit hızla aşağıya doğru hareket ettiğinden, aynı yönlü sabit bir kuvvet uygulanmalıdır" şeklinde kavram yanlışına sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yanlış yerleştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Sabit hızın sabit kuvvetle eşleştirilmesi durumu ontolojik açıdan işlem kategorisinde değerlendirilmektedir.

"Kaykay hareket ettiğine göre, kaykaya etkiyen net bir kuvvet olmalıdır" görüşü öğrenciler arasında sıkça rastlanan bir diğer kavram yanlışıdır. Kaykaya etkiyen yerçekimi kuvvetini düşünmeden, sadece sürtünme kuvvetini fark eden öğrenciler, sürtünme kuvveti harekete ters yönde olduğundan, etkiyen net kuvvetin zamanla azalacağını düşünebilir ve bu sebeple sorunun birinci bölümünde "D" seçeneğini, ikinci bölümünde de "A" seçeneğini işaretleyebilirler. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir. Hareketin varlığı net kuvvetin varlığı ile açıklandığından, bu durum kasıtlı olay ontolojik kategorisine işaret etmektedir.

Benzer şekilde, hem hareket varsa net kuvvet de vardır, hem de cisim düşerken veya yere yaklaşırken etkiyen yerçekimi kuvveti artar şeklinde kavram yanlışına sahip olanların bu soruyu birinci bölümde "C" seçeneğini, ikinci bölümde de "D" seçeneğini işaretleyerek cevaplamaları beklenmektedir. Soruyu bu şekilde cevaplayan öğrenciler, "kaykaya aşağı yönlü etkiyen kuvvetin sürtünme kuvvetinden büyük olduğu için cisim aşağıya doğru hareket etmektedir" şeklinde kavram yanlışına sahiptirler. Bu durum öğrencilerin süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir. Yani hareket olması durumu, cisme etkiyen sürtünme kuvvetinden büyük bir net kuvvetin varlığı ile açıklanarak bir sebebe bağlandığından kasıtlı olay ontolojik kategorisi ile tanımlanmaktadır.

Hızı değişmeden yokuş aşığı inmekte olan kaykaylıya etkiyen net kuvvetle ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de verilen değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.18'de sunulmuştur. Elde edilen verilere göre, kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.18'de gösterilmektedir. Öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiş ve bu kavram yanlışlarının dayanakları ontolojik açıdan araştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 4.19'da deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışlarının ontolojik incelemeleri ise Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de sunulmaktadır.

**Tablo 4.18. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Dördüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Tam Anlama	0	3	0	11,54	1	6	3,85	23,08
Kısmen Anlama	2	3	7,69	11,54	2	3	7,69	11,54
Kavram Yanılgısı	23	20	88,46	76,92	23	17	88,46	65,38
Anlamama	1	0	3,85	0	0	0	0	0

Tablo 4.18'deki veriler incelendiğinde, sabit hızla yokuş aşığı hareket eden kaykaylıya etkiyen net kuvvet ile ilgili kavramı tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencisi ön testte bulunmazken, son testte %11,54'e yükselmiştir. Animasyon destekli öğretimin yapıldığı deney grubunda ise, kavramı tam ve doğru anlayanların oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu oran %23,08'e yükselmiştir. Deney grubunun kavram öğrenme düzeyinde kontrol grubuna göre daha büyük bir gelişme gözlenmiştir. Dolayısıyla bu soru için, animasyon destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre kavramsal anlama düzeyini daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Kavramı kısmen anlayanların oranı kontrol grubunda ön testte %7,69 iken, son testte %11,54'e yükselmiştir. Ön testte deney grubunda kavramı kısmen anlayanların oranı %7,69, son testte ise %11,54 olarak belirlenmiştir. Konu ile ilgili kavram yanlışlığına sahip olanların oranı ise kontrol grubu için ön testte %88,46 iken, son testte bu oran %76,92'ye düşmüştür. Kavram yanlışlığına sahip olanların oranı deney grubunda ön testte %88,46 olarak bulunurken, son testte bu oran %65,38'e düşmüştür. Kontrol grubundaki bir



öğrencinin (%3,85) ise ön testte kavramı anlayamayarak, kavramla ilgili görüş belirlemediği belirlenmiştir. Kavram yanlışlarını giderme konusunda deney grubundaki öğrenciler, kontrol grubuna göre daha büyük bir gelişme göstermişlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkarak, animasyon destekli öğretim yönteminin öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerini arttırmada, geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu yorumu yapılmıştır.

Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevapların analizi sonucunda belirlenen kavram yanlışları ve bunların ön test ve son testteki oranları Tablo 4.19'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.19. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanlışlığı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Hareket ettiğine göre kaykaya etkiyen net bir kuvvet olmalıdır.	6	6	23,08	23,08	8	4	30,77	15,38
Kaykayın hızı sabit olduğuna göre, kaykaya etkiyen net kuvvet de sabittir.	11	9	42,31	34,62	11	11	42,31	42,31
Kaykaya etkiyen net kuvvet sürtünme kuvvetinden büyük olduğu için çocuk kayabilmektedir.	5	3	19,23	11,54	4	0	15,38	0
Yerçekimi değişkenliğinden dolayı hız da artar.	1	0	3,85	0	0	0	0	0
Aşağıya doğru gittikçe kaykayın hızlanması gerekir. Etkiyen kuvvetin azalması gerekir ki, hızı sabit olsun.	0	1	0	3,85	0	0	0	0
Kaykaya etkiyen aşağıya doğru bir sürtünme kuvveti olduğu için, etkiyen artan bir net kuvvet vardır.	0	1	0	3,85	0	0	0	0
Yukarıya çıkarken kinetik enerji azalır. Ama aşağı inerken kinetik enerji artar. Yani kaykaya etki eden kuvvet artar.	0	0	0	0	0	2	0	7,69

Tablo 4.19. incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanlışlığının "Kaykayın hızı sabit olduğuna göre, kaykaya etkiyen net kuvvet de sabittir." ifadesi olmuştur. Bu seçenekte sabit hız kavramı, sabit kuvvetin uygulanmasıyla ilişkilendirilmiştir. Bu kavram yanlışlığının oranı kontrol grubu için ön testte %42,31, son testte ise %34,62 olarak belirlenmiştir. Deney grubunda da bu kavram yanlışlığının oranı ön testte %42,31 olarak belirlenmiş ve son testte bu oranda bir değişiklik gözlenmemiştir. Deney grubu öğrencilerinin bu

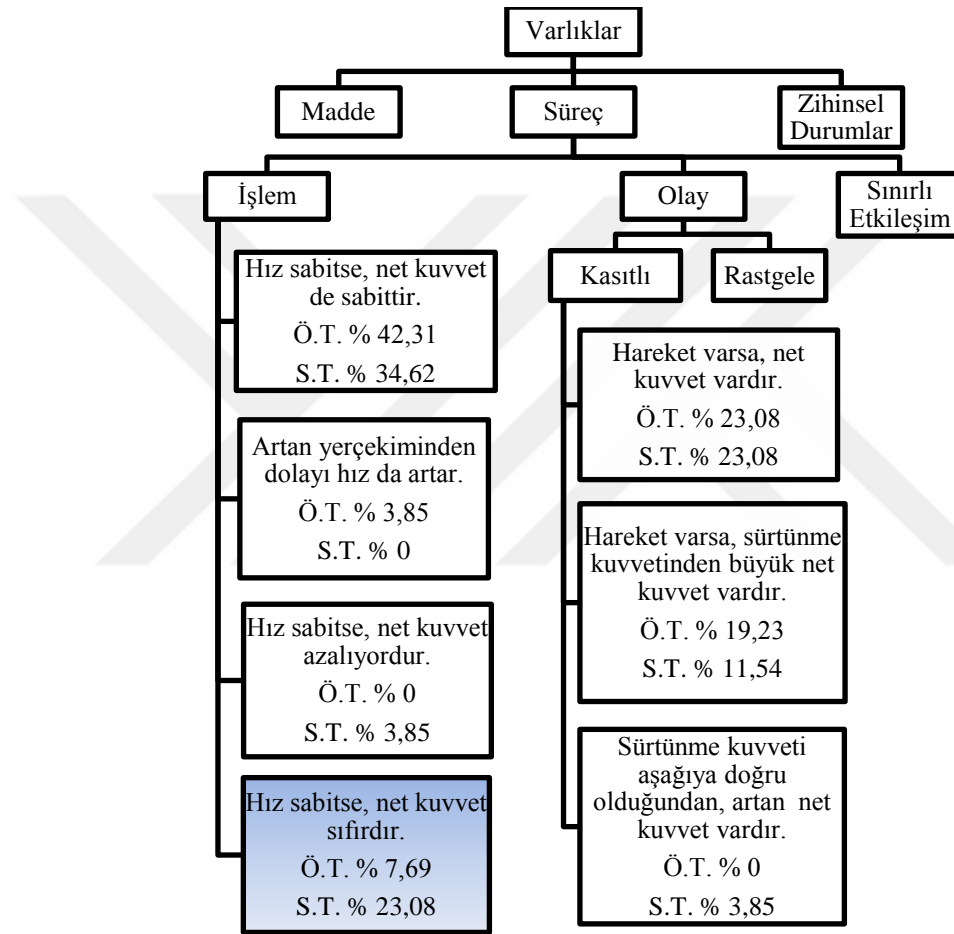
yanılgılarını düzeltmeyi başaramadıkları, ama kontrol grubu öğrencilerinin bir kısmının bu yanılgılarını düzeltebildikleri görülmektedir.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte ikinci sırada sahip oldukları kavram yanılgısı "Hareket ettiğine göre kaykaya etkiyen net bir kuvvet olmalıdır." ifadesidir. Bu seçenekte hareket ve kuvvet kavramları ilişkilendirilmiştir. Başka bir deyişle, "hareket varsa, kuvvet de vardır" görüşü hakimdir. Bu kavram yanılgısının oranı kontrol grubu için ön testte %23,08 olarak bulunurken, son testte bu oranın değişmediği belirlenmiştir. Bu yanılgıya sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ise ön testte %30,77 iken, son testte bu oran azalarak %15,38'e düşmüştür. Bu yanılgının giderilmesinde deney grubu öğrencileri daha başarılı olmuşlardır. Kontrol grubunda ise bu yanılgının oranında bir değişim gözlenmemiştir.

Öğrencilerin üçüncü sırada sahip oldukları kavram yanılgısı ise "Kaykaya etkiyen net kuvvet sürtünme kuvvetinden büyük olduğu için çocuk kayabilmektedir." ifadesidir. Bu seçenek, sürtünmenin fazla olmadığı durumlarda genellikle doğru kabul edilir. Kaykaya etkiyen net kuvvet, sürtünme kuvvetinden büyük olduğu takdirde, kaykaylı çocuk hızlanarak yokuş aşağı ilerler. Fakat bu soruda hızın değişmediğinden bahsedilmektedir. Dolayısıyla, sürtünme kuvveti ile net kuvvetin birbirine eşit olduğu sonucunu ulaşılmaktadır. Bu seçeneği işaretleyerek, net kuvvetin sürtünme kuvvetinden büyük olduğunu belirten öğrencilerin oranı, kontrol grubunda ön testte %19,23 iken, son testte bu oran azalarak %11,54'e düşmüştür. Bu yanılgının oranı deney grubunda ise ön testte %15,38 iken, son testte bu oran ortadan kalkmıştır. Yapılan öğretim neticesinde iki grupta da bu yanılgının oranının azaldığı, hatta deney grubunda bu yanılgının tamamen ortadan kalktığı gözlenmiştir.

Diğer yanılgılar ise, öğrencilerin "Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap ..." seçeneğine yazdıkları cevaplar vasıtasıyla ortaya çıkarılan kavram yanılgılarıdır. Bunlar içerisinden; "Yerçekimi değişkenliğinden dolayı hız da artar." ifadesi kontrol grubu ön testinde %3,85 oranında, "Aşağıya doğru gittikçe kaykayın hızlanması gerekir. Etkiyen kuvvetin azalması gerekir ki, hızı sabit olsun." ve "Kaykaya etkiyen aşağıya doğru bir sürtünme kuvveti olduğu için, etkiyen artan bir net kuvvet vardır." ifadesi kontrol grubu son testinde %3,85 oranlarında ve "Yukarıya çıkarken kinetik enerji azalır. Ama aşağı inerken kinetik enerji artar. Yani kaykaya etki eden kuvvet artar." ifadesi deney grubu son testinde %7,69 oranında belirlenmiştir.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin dördüncü sorusunun analizinin son aşaması, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte belirlenen kavram yanlışlarının oluşma sebeplerinin ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.7'de kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.8'de ise, deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin dördüncü sorusunun ön test ve son testinde belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi gösterilmektedir.



**Şekil 4.7. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Dördüncü Sorusundaki Kavram Yanlışlarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin dördüncü sorusunda yokuş aşağı sabit hızla hareket etmekte olan bir kaykaylıya etki eden net kuvvet hakkında öğrenci görüşleri sorgulanmaktadır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiş ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki kavramsal değişimleri Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Bu soru için yapılan ontolojik incelemenin ardından, sabit hızla ilerleyen cisme etkiyen net kuvvet ile ilgili kavram yanlışlarının ontoloji temelinde iki kaynağına rastlanmıştır.

Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yanal yerleştirmekten, diğeri ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Öğrenciler işlem kategorisi altında üç farklı yanal kategori ve kasıtlı olay kategorisi altında üç farklı yanal kategori oluşturmuşlardır.

Sabit hızla hareket eden cisme etkiyen net kuvvetin sıfır olduğunu belirterek, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine doğru yerleştiren öğrencilerin oranı ön testte %7,69 iken, son testte bu oran %23,08'e yükselmiştir.

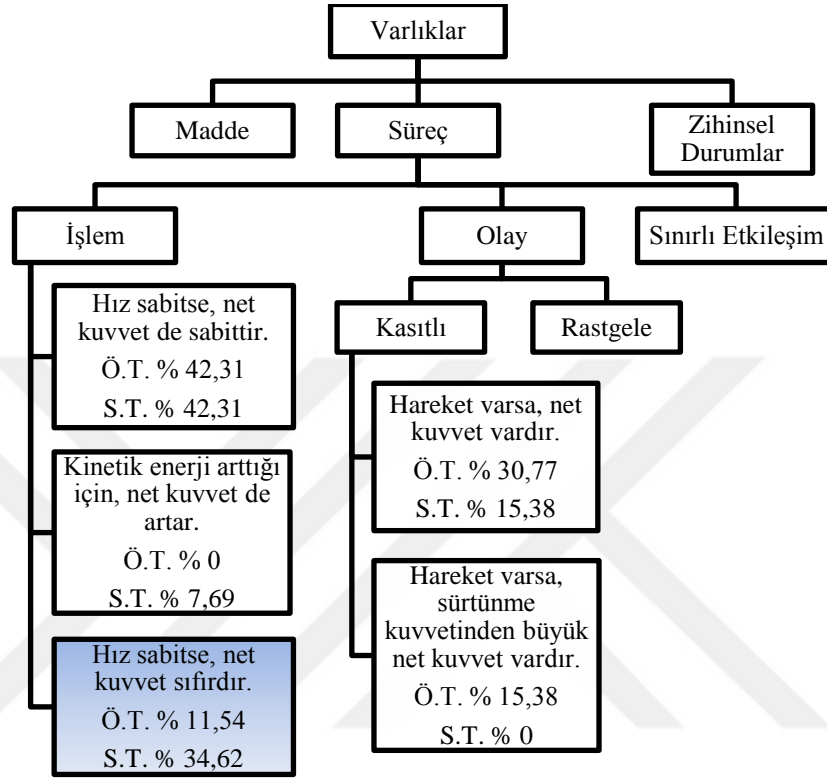
Kontrol grubu öğrencilerinin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılığı, kaykaylının hızı sabit olduğundan, etkiyen net kuvvetin de sabit olması gerektiği görüşüdür. Süreç kategorisinin işlem alt kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan "Sabit hız, sabit kuvvet gerektirir" kavram yanılığının oranı ön testte %42,31 iken, son testte %34,62'ye düşmüştür. Yanal kategoriye yerleştirilen bu kavram yanılığının oranında son testte düşüş yaşanmasına rağmen, son testte halen devam eden kavram yanılığlarına rastlanmaktadır. Bu durum, yanal kategorilere yerleştirilen kavramların birbirlerine benzer özellikte olmalarından, oluşan kavram karmaşalarının süreç sonunda da devam ettiğini göstermektedir.

İkinci sırada belirlenen kavram yanılığı, süreç kategorisinin kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen, "hareket varsa, net kuvvet vardır" görüşüdür. Bu yanılığdaki öğrenciler hareketin varlığını, net kuvvetin olmasıyla ilişkilendirmektedirler. Bu şekilde düşünen öğrenciler, kuvvet uygulanmazsa veya net kuvvet sıfırsa cismin hareket edemeyeceği görüşünü savunmaktadırlar. Bu öğrencilerin oranı ön testte ve son testte değişmeyerek %23,08 oranında kalmıştır.

Üçüncü sıradaki kavram yanılığı, süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yerleştirilen, "hareket varsa, sürtünme kuvvetinden büyük net kuvvet vardır" kavramıdır. Bu yanılığın oranı ön testte %19,23 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür.

Diğer kavram yanılığları ise, öğrencilerin yazarak kendilerinin ifade ettikleri kavram yanılığlarıdır. Bunlardan ilk ikisi işlem kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığlarıdır. "Artan yerçekiminden dolayı hız da artar" yanılığı ön testte %3,85 oranında, "Hız sabitse, net kuvvet azalıyordur." yanılığı son testte %3,85

oranında belirlenmiştir. Son kavram yanılığısı ise kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen "Sürtünme kuvveti aşağıya doğru olduğundan, artan net kuvvet vardır." yanılığısıdır. Bu yanılığının oranı da son testte %3,85 olarak bulunmuştur.



**Şekil 4.8. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Dördüncü Sorusundaki Kavram Yanılığlarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin dördüncü sorusunda yokuş aşağı sabit hızla hareket etmekte olan bir kaykaylıya etki eden net kuvvet hakkında öğrenci görüşleri sorgulanmaktadır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiş ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki kavramsal değişimleri Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Bu soru için yapılan ontolojik incelemenin ardından, sabit hızla ilerleyen cisme etkiyen net kuvvet ile ilgili kavram yanılığlarının ontoloji temelinde iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yanal yerleştirmekten, diğeri ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığlarıdır. İşlem kategorisinde iki farklı yanal kategoriye rastlanmıştır. Kasıtlı olay kategorisinde de iki farklı yanal kategori görülmektedir.

Sabit hızla hareket eden cisme etkiyen net kuvvetin sıfır olduğunu belirterek, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine doğru yerleştiren öğrencilerin oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %34,62'ye yükselmiştir.

Deney grubu öğrencilerinin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılması, kaykaylının hızı sabit olduğundan, etkiyen net kuvvetin de sabit olması gerektiği görüşüdür. Süreç kategorisinin işlem alt kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan "Sabit hız, sabit kuvvet gerektirir" kavram yanılığının ön testteki ve son testteki oranı %42,31 olarak belirlenmiştir. Bu yanılığın giderilmesi konusunda deney grubunda başarı sağlanamadığı görülmektedir. Bu durumun nedeni, aynı kategorinin yanal kategorilerine yerleştirilen kavramların birbirine çok yakın kavramlar olması nedeniyle oluşan kavram karmaşası olarak açıklanabilir.

İkinci sırada belirlenen kavram yanılması, süreç kategorisinin kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen, "hareket varsa, net kuvvet vardır" görüşüdür. Bu yanılığdaki öğrenciler hareketin varlığını, net kuvvetin olmasıyla ilişkilendirmektedirler. Bu şekilde düşünen öğrenciler, kuvvet uygulanmazsa veya net kuvvet sıfırsa cismin hareket edemeyeceği görüşünü savunmaktadırlar. Bu öğrencilerin oranı ön testte %30,77 iken, son testte bu oran %15,38'e düşmüştür. Bu yanılığın oranında son testte belirgin bir düşüş gözlenmiştir.

Üçüncü sıradaki kavram yanılması, süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yerleştirilen ikinci kavram olan, "hareket varsa, sürtünme kuvvetinden büyük net kuvvet vardır" kavramıdır. Bu yanılığın oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu yanılığın tamamen ortadan kalkmıştır.

Diğer kavram yanılığları ise, öğrencilerin yazarak kendilerinin ifade ettiği, süreç kategorisinin işlem kategorisine yerleştirilen "Kinetik enerji arttığı için, net kuvvet de artar." kavram yanılığısıdır. Bu yanılığın oranı son testte %7,69 olarak bulunmuştur.

### 4.3.5. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Beşinci Sorusuna Ait Analizler



5. 1. Bir kız sabit hızda koşarak ve sabit kuvvet uygulayarak düz bir zemin üzerinde şekildeki vagonu çekmektedir. Vagon, kızın koşuşundan daha hızlı gidebilir mi?

- A. Evet, ama sadece kız daha yavaş koşmaya başlarsa.
- B. Evet, ama sadece kız daha kuvvetli çekmeye başlarsa.
- C. Evet, ama sadece kızın uyguladığı çekme kuvveti, vagona uygulanan sürtünme kuvvetinden daha büyükse.\*
- D. Hayır, çünkü kız sabit kuvvetle çektiği için vagon da sabit hızla hareket eder.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

5. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Hızlanan hareket, artan kuvvet gerektirir. (Süreç → İşlem)
- B. Kız daha yavaş koştuğunda ancak cisim ondan hızlı gidebilir. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- C. Uygulanan sabit kuvvet sabit hız oluşturur. Sabit kuvvetin etkisinde, cisim sabit hızla hareket eder. (Süreç → İşlem)
- D. Uygulanan kuvvet, sürtünme kuvvetinden büyükse, cisim net kuvvetin yönünde hızlanarak hareket eder. (Süreç → İşlem)\*
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin beşinci sorusunda, bir çocuk tarafından çekilmekte olan oyuncak vagonun hızlanarak gidebilmesi için gerekli koşulun ne olduğu sorulmaktadır. Bu soruya verilen cevaplar incelenerek, öğrencilerin 'hızlanan hareket artan kuvvet gerektirir' veya 'sabit kuvvet uygulandığında cisim sabit hızla gider' gibi kavram yanılgılarına sahip olup olmadıkları araştırılmaktadır. KHKKT'nin dördüncü sorusunda sabit hızla hareket etmekte olan cisme etkiyen net kuvvetin sıfır olduğu üzerinde durulmaktadır. KHKKT'nin onbirinci sorusunda yavaşlamakta olan cisme etkiyen hareketi engelleyen kuvvetin, harekete sebep olan kuvvetten daha büyük olduğu vurgulanmaktadır. KHKKT'nin beşinci sorusu olan bu soruda ise cismin hızlanan hareket yapabilmesi için hareketi sağlayan kuvvetin, harekete engel olan

sürtünme kuvvetinden daha büyük olması gerektiği vurgulanmaktadır. Dolayısıyla bu sorunun doğru cevapları birinci bölüm için "C" seçeneği, ikinci bölüm için de "D" seçeneğidir. Sorunun bu şekilde cevaplanarak, cisme uygulanan kuvvetin sürtünme kuvvetinden büyük olduğu takdirde cismin hızlanan hareket yapabileceğinin belirtilmesi, kavramın süreç ontolojik kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine doğru yerleştirildiğini göstermektedir.

Bu soruya verilen yanlış cevaplar incelenerek, öğrencilerin süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanal yerleştirmekten ve süreç kategorisinin diğer bir alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanlış yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları araştırılmaktadır.

Hızlanan hareketin artan kuvvet uygulandığında gerçekleşebileceği öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanlışlarından bir tanesidir. Sorunun birinci bölümünde "B" seçeneğini ve ikinci bölümünde "A" seçeneğini işaretleyen öğrencilerin bu kavram yanlışısına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Bu durum süreç ontolojik kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanmaktadır.

Soruda vagonun sabit kuvvet uygulanarak çekildiği ifade edilmektedir. Sabit kuvvet uygulandığında cismin sabit hızla hareket edeceğinin belirtilmesi öğrenciler arasında sık rastlanan bir diğer kavram yanlışısıdır. Sorunun birinci bölümünde "D" ve ikinci bölümünde "C" seçeneklerini işaretleyerek, vagonun sabit kuvvetle çekildiği için sabit hızla gideceği, bu sebeple hızlanan hareket yapamayacağını belirten öğrencilerin, kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışısına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Sorunun birinci bölümünde "A" ve ikinci bölümünde "B" seçeneklerinin işaretlenerek, çocuk daha yavaş koştuğu takdirde vagonun ondan daha hızlı gidebileceğinin belirtilmesi, süreç ontolojik kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yanlış yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışısının varlığını göstermektedir.

Bu soruda cismin hızlanan hareket yapabilmesi için hareketi sağlayan kuvvetin, harekete engel olan sürtünme kuvvetinden daha büyük olması gerektiği vurgulanmakta olup, öğrencilerin konu ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de belirlenen değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.20'de gösterilmektedir.



Daha sonra öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiş ve bu kavram yanlışlarının dayanakları ontolojik açıdan araştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ön testte ve son testte sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 4.21'de, kontrol ve deney gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışlarının ontolojik incelemeleri ise Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da sunulmaktadır.

**Tablo 4.20. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Beşinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Tam Anlama	0	1	0	3,85	2	7	7,69	26,92
Kısmen Anlama	4	7	15,38	26,92	6	7	23,08	26,92
Kavram Yanılgısı	22	18	84,62	69,23	18	12	69,23	46,15
Anlamama	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.20'deki veriler incelendiğinde, hızlanan hareketin gerçekleşebilmesi için, sürtünme kuvvetinden büyük sabit bir kuvvet uygulanması gerektiği ile ilgili kavramı tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencisi ön testte bulunmazken, son testte %3,85 olarak belirlenmiştir. Animasyon destekli öğretimin yapıldığı deney grubunda ise, kavramı tam ve doğru anlayanların oranı ön testte %7,69 iken, son testte bu oran %26,92'ye yükselmiştir. Deney grubunun kavram öğrenme düzeyinde kontrol grubuna göre daha büyük bir gelişme gözlenmiştir. Dolayısıyla bu soru için, animasyon destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre kavramsal anlama düzeyini daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Kavramı kısmen anlayanların oranı kontrol grubunda ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %26,92'ye yükselmiştir. Ön testte deney grubunda kavramı kısmen anlayanların oranı %23,08, son testte ise %26,92 olarak belirlenmiştir. Kavramı kısmen anlayan öğrencilerin, kavramla ilgili bilgiye sahip oldukları ama bu bilgiyi soruyu çözmekte kullanamadıkları ortaya çıkmıştır. Konu ile ilgili kavram yanlışlığına sahip olanların oranı ise kontrol grubu için ön testte %84,62 iken, son testte bu oran %69,23'e düşmüştür. Kavram yanlışlığına sahip olanların oranı deney grubunda ön testte %69,23 iken, son testte bu oran %46,15'e düşmüştür. Kavram yanlışlıklarını giderme konusunda deney grubundaki öğrenciler, kontrol grubuna göre daha büyük bir gelişme göstermişlerdir. Bu sonuçlardan yola çıkarak, bu soru için,

animasyon destekli öğretim yönteminin öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerini, geleneksel öğretime göre daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin beşinci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Öğrencilerin KHKKT'nin beşinci sorusunun ön testi ve son testinde verdikleri cevaplara göre belirlenen kavram yanlışları Tablo 4.21'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.21. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanlışlığı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Hızlanan hareket, artan kuvvet gerektirir.	7	3	26,92	11,54	3	1	11,54	3,85
Kız daha yavaş koştuğunda ancak cisim ondan hızlı gidebilir.	4	1	15,38	3,85	5	6	19,23	23,08
Uygulanan sabit kuvvet sabit hız oluşturur. Sabit kuvvetin etkisinde, cisim sabit hızla hareket eder.	11	12	42,31	46,15	9	4	34,62	15,38
Kız hızlanırsa elindeki vagon da daha hızlı çekilir. Bu yüzden vagon da hızlanmış olur.	0	0	0	0	1	1	3,85	3,85
Kız sabit hızla gittiği için vagon da sabit hızla gider.	0	2	0	7,69	0	0	0	0

Tablo 4.21 incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanlışlığının "Uygulanan sabit kuvvet sabit hız oluşturur. Sabit kuvvetin etkisinde, cisim sabit hızla hareket eder." olduğu belirlenmiştir. Ön testte bu yanlışlığa sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı %42,31, deney grubu öğrencilerinin oranı ise %34,62 olarak belirlenmiştir. Son testte bu yanlışlığa sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı yükselerek %46,15'e ulaşmıştır. Deney grubunda ise son testte bu yanlışlığın oranı azalarak %15,38'e düşmüştür.

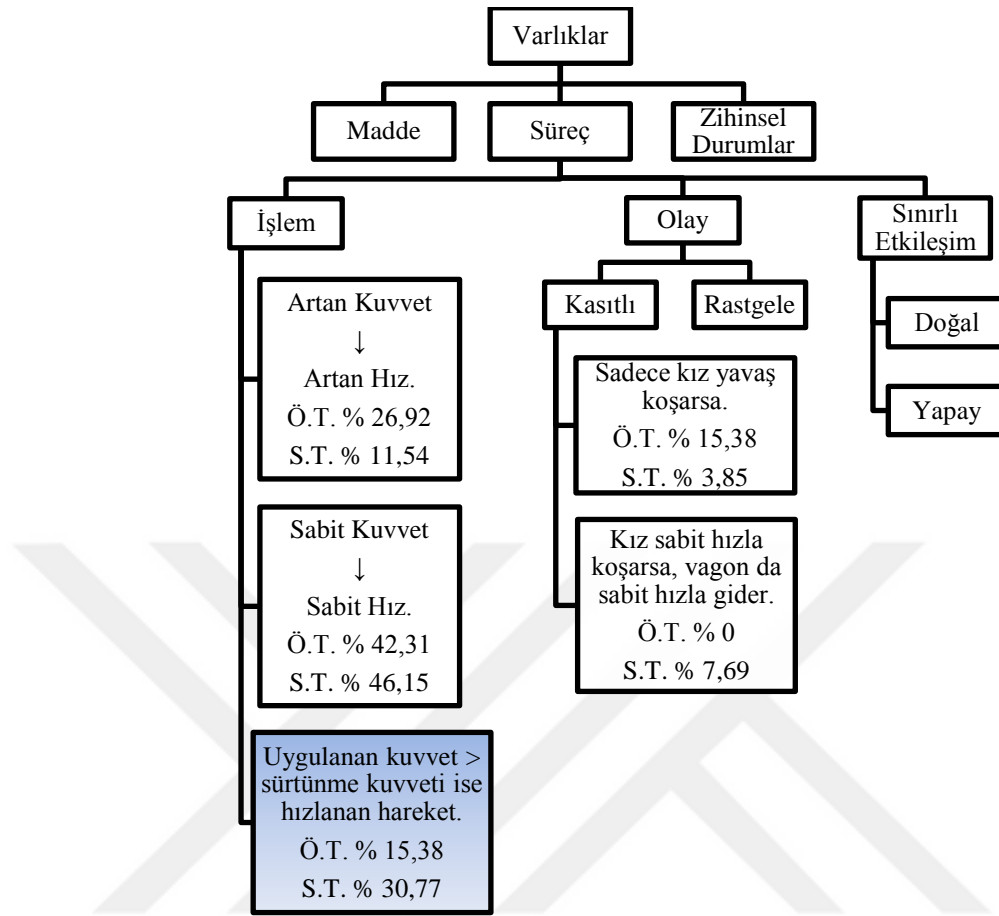
Kontrol grubunun ikinci sırada, deney grubunun ise üçüncü sırada sahip oldukları kavram yanlışlığının "Hızlanan kuvvet, artan kuvvet gerektirir." olduğu belirlenmiştir. Bir cismin hızlanabilmesi için, ona uygulanan kuvvetin sürekli artırılması gerektiği görüşü öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanlışları arasındadır. Bu yanlışlığın oranı kontrol grubunda ön testte %26,92, son testte ise %11,54 olarak bulunmuştur. Bu yanlışlığa sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ise ön testte %11,54, son testte ise %3,85 olarak bulunmuştur. Her iki grupta da bu yanlışlığa sahip öğrencilerin oranında

belirgin bir azalma olduğu saptanmıştır. Geleneksel öğretimin ve animasyon destekli öğretimin, bu yanılığın giderilmesi konusunda başarılı oldukları söylenebilmektedir.

Bu soru ile ilgili belirlenen bir diğer kavram yanılığı da "Kız daha yavaş koştuğunda ancak cisim ondan daha hızlı gidebilir" ifadesidir. Bu yanılık, deney grubunda ikinci sırada, kontrol grubunda ise üçüncü sırada olarak belirlenmiştir. Burada, cismin daha hızlı gidebilmesi, kızın daha yavaş koşma koşuluna bağlanmıştır. Sadece kızın yavaşlaması durumunda, vagonun ondan daha hızlı gidebileceği belirtilmiştir. Bu yanılığın oranının deney grubunda daha fazla olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencilerinin ön testte %19,23 oranında bu yanılığa sahip oldukları ve son testte bu oranın artarak %23,08'e ulaştığı belirlenmiştir. Yapılan öğretimin bu öğrencilerin kavram karmaşasını gidermeyi başaramadığı, hatta yeni kavram yanılıklarının oluştuğu görülmektedir. Belirlenen bu yanılığa sahip olma oranı kontrol grubunda ön testte %15,38, son testte ise %3,85 olarak bulunmuştur. Geleneksel öğretim sonucunda bu yanılık büyük oranda giderilmiştir.

Ön testte ve son testte deney grubundan bir öğrenci (%3,85) kendi ifadesiyle "Kız hızlanırsa elindeki vagon da daha hızlı çekilir. Bu yüzden vagon da hızlanmış olur." şeklinde açıklama yapmıştır. Öğrencinin bu yanılığı son testte ortadan kalkmıştır. Öğrencilerin kendilerinin ifade ettiği diğer bir kavram yanılığı da, "Kız sabit hızla gittiği için vagon da sabit hızla gider." şeklindedir. Bu yanılığında kızın koşma hızı ile vagonun hızı arasında bir bağ kurulmuştur. Bu yanılığın oranı kontrol grubunda son testte %7,69 olarak belirlenmiştir.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin beşinci sorusunun analizinin son aşaması, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte belirlenen kavram yanılıklarının oluşma sebeplerinin ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.9'da kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.10'da ise deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin beşinci sorusunun ön test ve son testinde belirlenen kavram yanılıklarının ontolojik açıdan incelemesi gösterilmektedir.



**Şekil 4.9. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Beşinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

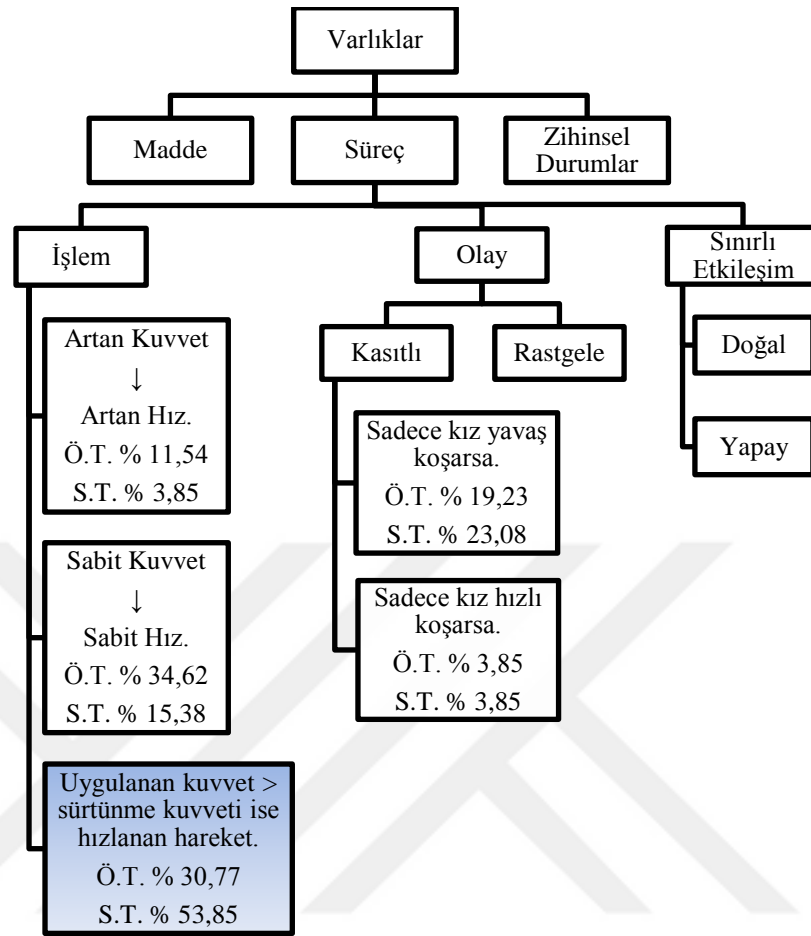
KHKKT'nin beşinci sorusunda, bir çocuk tarafından çekilmekte olan oyuncak vagonun hızlanarak gidebilmesi için gerekli koşulun ne olduğu sorulmaktadır. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevapların ontoloji temelinde incelenmesinin ardından, belirlenen kavram yanılgılarının iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulmuş iki farklı yanıl kategoridir. Diğeri ise, süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde oluşturulmuş iki farklı kategoridir.

Kontrol grubunda, bu soruyu doğru cevaplayarak ve cismin hızlanan hareket yapabilmesi için uygulanan kuvvetin sürtünme kuvvetinden büyük olması gerektiğini belirten öğrenciler olduğu görülmektedir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine doğru bir şekilde yerleştirildiğini göstermektedir. Soruyu bu şekilde açıklayan öğrencilerin oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %30,77'ye yükselmiştir.

Öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılması, süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan, "Sabit kuvvetin etkisinde, cisim sabit hızla hareket eder." kavram yanılmasıdır. Sabit kuvvet - sabit hız ilişkisinin vurgulandığı kavram yanılmasının oranı ön testte %42,31 iken, son testte bu oran artarak %46,15'e ulaşmıştır. Görüldüğü üzere, bu yanılıya sahip öğrencilerin oranı süreç sonunda azalmamış, aksine artmıştır. Bu yanılığın, kavramın bulunması gereken işlem kategorisinin yanal kategorisine yerleştirilmiş olmasına rağmen, öğretim süreci sonunda bu yanılığı gidermek konusunda bir gelişme sağlanamadığı, aksine yeni kavram yanılması olduğu görülmüştür. Bu durum, yanal kategorilere yerleştirilen kavramların birbirine çok yakın kavramlar olduğundan, yarattığı kavram karmaşasının süreç sonunda da devam edebileceğini göstermektedir.

İşlem kategorisinin yanal kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan bir diğer kavram yanılması da, "Hızlanan kuvvet, artan kuvvet gerektirir." ifadesidir. Sadece artan kuvvet uygulandığı takdirde, cismin hızlanabileceğinin belirtildiği kavram yanılmasının oranı ön testte %26,92, son testte ise %11,54 olarak bulunmuştur. Bu yanılığın oranının son testte büyük ölçüde azaldığı görülmektedir.

Kavram yanılığlarının yerleştirildiği ikinci temel kategorisi ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisidir. Bu kategorideki kavram yanılığları iki farklı yanal kategori oluşturularak yerleştirilmişlerdir. Bunlardan ilki, sadece kız yavaş koşarsa, vagonun ondan daha hızlı gidebileceğinin belirtildiği kavram yanılmasıdır. Bu yanılığın oranı ön testte %15,38, son testte ise %3,85 olarak belirlenmiştir. Bu kategoriye yerleştirilen diğer kavram yanılması ise, "Kız sabit hızla koşarsa, vagon da sabit hızla gider." şeklindeki kavram yanılmasıdır. Vagonun sabit hızla ilerlemesini, kızın sabit hızla koşmasıyla açıklayan öğrencilerin oranı son testte %7,69 olarak belirlenmiştir.



**Şekil 4.10. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Beşinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Bir çocuk tarafından çekilmekte olan oyuncak vagonun hızlanarak gidebilmesi için gerekli koşulun ne olduğunun sorulduğu KHKKT'nin beşinci sorusunda, öğrencilerin verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiştir. Belirlenen kavram yanılgılarının iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulmuş iki farklı yanıl kategoridir. Diğeri ise, süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde oluşturulmuş iki farklı kategoridir.

Deney grubunda, cismin hızlanan hareket yapabilmesi için uygulanan kuvvetin sürtünme kuvvetinden büyük olması gerektiğini belirterek soruyu doğru cevaplayan öğrenciler olduğu görülmektedir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine doğru bir şekilde yerleştirildiğini

göstermektedir. Soruyu bu şekilde açıklayan öğrencilerin oranı ön testte %30,77 iken, son testte bu oran %53,85'e yükselmiştir.

Öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılığı, süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan, "Sabit kuvvetin etkisinde, cisim sabit hızla hareket eder." kavram yanılığıdır. Sabit kuvvet - sabit hız ilişkisinin vurgulandığı kavram yanılığının oranı ön testte %34,62 iken, son testte bu oran %15,38'e düşmüştür. Bu durum, öğrencilerin yanal kategorilerde oluşturdukları kavram yanılıklarını, daha kısa sürede düzelttiklerini ve kavrama doğru anlam yükleyebildiklerini göstermektedir. Buna rağmen kavram yanılıklarının bir kısmı son testte de devam etmektedir. Uygun materyallerle desteklenen öğrenme ortamlarında, öğrencilerde ontolojik olarak yanal bir geçiş sağlanabilmektedir. Kavram yanılığı tespit edilip, ontolojik olarak desteklenebilirse, kavramsal değişim daha hızlı gerçekleşebilmektedir. Süreç kategorisinin yanal kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan bir diğer kavram yanılığı da, "Hızlanan kuvvet, artan kuvvet gerektirir." ifadesidir. Sadece artan kuvvet uygulandığı takdirde, cismin hızlanabileceğinin belirtildiği kavram yanılığının oranı ön testte %11,54, son testte ise %3,85 olarak bulunmuştur. Bu yanılığın oranının da son testte büyük ölçüde azaldığı görülmektedir.

Kavram yanılıklarının yerleştirildiği ikinci temel kategorisi ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisidir. Bu kategorideki kavram yanılıkları iki farklı yanal kategori oluşturularak yerleştirilmişlerdir. Bunlardan ilki, sadece kız yavaş koşarsa, vagonun ondan daha hızlı gidebileceğinin belirtildiği kavram yanılığıdır. Bu yanılığın oranı ön testte %19,23, son testte ise %23,08 olarak belirlenmiştir. Farklı bir ontolojik kategoriye yerleştirilen bu yanılığı düzeltmede öğrencilerin zorlandığı görülmektedir. Bu kategoriye yerleştirilen yanılıklar düzeltilemediği gibi, yeni yanılıkların da oluştuğu görülmüştür. Bu kategoriye yerleştirilen diğer kavram yanılığı ise, sadece kız daha hızlı koşarsa, vagonun da daha hızlı gideceğinin belirtilmesidir. Bu yanılığın oranı ön testte ve son testte %3,85 olarak belirlenmiştir.

#### 4.3.6. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Altıncı Sorusuna Ait Analizler

6. 1. Bir işçi, büyük bir kutu üzerine sabit yatay bir kuvvet uygulamakta ve kutu yatay bir zemin üzerinde sabit bir  $V_0$  hızıyla hareket etmektedir. İşçi kutuya kuvvet uygulamayı aniden durdurursa, bu kutunun hareketi için ne söylenebilir?

- A. Sabit bir hızla hareket etmeye devam edecektir.
- B. Hemen yavaşlamaya başlayıp bir süre sonra duracaktır.\*
- C. Belli bir süre sabit hızla hareket etmeye devam edip sonra yavaşlayarak duracaktır.
- D. Hemen duracaktır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

6. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Bir cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetler kaldırılırsa, cisim hareketsiz kalır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- B. Bir cismin hareket etmesine neden olan kuvvet bir kez uygulandığında, cisim durduruluncaya kadar hareket eder. (Madde → Doğal Tür → Cansız)
- C. Bir cisme hareket doğrultusunda sadece sürtünme kuvveti etki ediyorsa cisim yavaşlayarak duracaktır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- D. Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur. (Madde → Doğal Tür → Cansız)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin altıncı sorusunda kuvvet uygulanarak sabit hızla itilen bir kutuya kuvvet uygulanması aniden bırakılırsa, kutunun bundan sonra yapacağı hareket hakkında öğrenci fikirleri sorulmaktadır. Öğrencilerin, "bir cisme hareketi doğrultusunda etkiyen kuvvetin kaldırılmasıyla, cismin aniden duracağı", veya "cismin 'kazandığı' kuvvet tükenene kadar cismin hareket edeceği, sonra duracağı" şeklindeki kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları araştırılmaktadır. Bu sorunun birinci bölümünde "B" seçeneğini, ikinci bölümünde de "C" seçeneğini işaretleyenler kavramı süreç kategorisinin bir alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirerek soruyu doğru yanıtlamışlardır. Kutu kuvvet uygulanarak hareket ettirildiğinden, kuvvet



uygulanmadığı takdirde cismin hareket edemeyeceği, yani aniden duracağı öğrenciler arasında sık rastlanan bir kavram yanılığıdır. Bu şekilde düşünerek bu sorunun ilk bölümünde "D" seçeneğini ve ikinci bölümünde de "A" seçeneğini işaretleyen öğrencilerin kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisinin yanal kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığına sahip oldukları görülmektedir. Halbuki itildiği süre boyunca cisim sabit hızla ilerlemiş ve kinetik enerjiye sahip olmuştur. Cisim artık itilmiyor olsa bile cisim yavaşlayarak bir süre daha ilerlemeye devam edecektir. Yani hızından dolayı sahip olduğu kinetik enerji işe dönüşecektir.

Kuvvet bir kez uygulandığında, cisme artık etkimiyor olsa bile cismin bir parçası haline gelerek cismi etkilemeye devam etmesi düşüncesi öğrenciler arasında yine sıklıkla rastlanan kavram yanılığlarından bir tanesidir. Kuvvetin bir kez uygulanmasıyla beraber cismin parçası haline gelmesi ve etkilemeye devam etmesi düşüncesi, kuvvet kavramına maddesel bir anlam yüklediği anlamına gelmektedir. Dolayısıyla sorunun birinci bölümünde "A" seçeneğinin, ikinci bölümünde de "B" seçeneğinin işaretlenmesi, kavramın madde ontolojik kategorisinin alt kategorisi olan cansız doğal tür kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir. Soruyu bu şekilde yanıtlayan öğrenciler, başlangıçta kuvvet uygulanmasıyla sabit hızda ilerleyen kutunun kuvveti kazandığını ve artık uygulanmasa bile kazanılan bu kuvvetin etkimeye devam edeceğini ve kutunun sabit hızdaki hareketini sürdüreceğini düşünmektedirler.

Sorunun birinci bölümünde "C" seçeneğini, ikinci bölümünde de "D" seçeneğini işaretleyenlerin, kuvvet kavramına tükenebilme özelliğini atfettikleri, yani kavramı maddeleştirdikleri anlaşılmaktadır. Soruyu bu şekilde cevaplayan öğrencilerin kuvvet kavramını madde ontolojik kategorisinin alt kategorisi olan cansız doğal tür kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Bu soru ile ilgili yapılan ilk işlem, öğrencilerin anlama seviyelerinin belirlenmesidir. Elde edilen veriler Tablo 4.11'de belirlenen değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.22'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.22. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Altıncı Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Tam Anlama	2	9	7,69	34,62	3	7	11,54	26,92
Kısmen Anlama	5	2	19,23	7,69	4	1	15,38	3,85
Kavram Yanılgısı	19	15	73,08	57,69	19	17	73,08	65,38
Anlamama	0	0	0	0	0	1	0	3,85

Tablo 4.22'deki veriler incelendiğinde, kuvvet uygulanarak sabit hızla itilen bir kutuya kuvvet uygulanması aniden bırakılırsa, kutunun bundan sonra yapacağı hareket hakkında kavramı tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencisi ön testte %7,69 iken, son testte bu oran %34,62'ye yükselmiştir. Deney grubunda ise kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %26,92'ye yükselmiştir. Bu soruda kontrol grubunun kavram öğrenme düzeyinde deney grubuna göre daha büyük bir gelişme gözlenmiştir. Bu durum, geleneksel olarak anlatılan her konunun anlaşılma düzeyinin farklı olabileceğine dikkat çekmektedir. Bazı konuların anlaşılmasında ve kavram yanılgılarının düzeltilmesinde, geleneksel etkinlikler daha başarılı sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir. Bu soruda da buna benzer bir durum gerçekleşmiştir. Bu soru için, geleneksel öğretim yönteminin, animasyon destekli öğretim yöntemine göre kavramsal anlama düzeyini daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Kavramı kısmen anlayanların oranı kontrol grubunda ön testte %19,23 iken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür. Kavramı kısmen anlayanların oranının düşmesiyle beraber, kavramı tam anlayanların oranında son testte artış gözlenmiştir. Bu durumda, kavramı kısmen anlayan öğrencilerin birçoğunun kavramı tam anlayanlar kategorisine geçtiği sonucuna ulaşılmaktadır. Ön testte deney grubunda kavramı kısmen anlayanların oranı %15,38 iken, son testte %3,85 bulunmuştur. Deney grubunda da, kontrol grubunda olduğu gibi kısmen anlayanların oranında düşüş, tam anlayanların oranında ise artış gözlenmiştir. Konu ile ilgili kavram yanılgısına sahip olanların oranı ise kontrol grubu için ön testte %73,08 iken, son testte bu oran %57,69'a düşmüştür. Kavram yanılgısına sahip olanların oranı deney grubunda ön testte %73,08 iken, son testte bu oran %65,38'e düşmüştür. Kavram yanılgılarını giderme konusunda kontrol grubundaki öğrenciler, deney grubuna göre daha büyük bir gelişme göstermişlerdir. Bu

sonuçlardan yola çıkarak, bu soru için, geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerini, animasyon destekli öğretim yöntemine göre daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin altıncı sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin KHKK ön testi ve son testinde belirlenen kavram yanlışları Tablo 4.23'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.23. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Testi ve Son Testinin Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Bir cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetler kaldırılırsa, cisim hareketsiz kalır.	8	9	30,77	34,61	7	9	26,92	34,61
Bir cismin hareket etmesine neden olan kuvvet bir kez uygulandığında, cisim durduruluncaya kadar hareket eder.	3	1	11,54	3,85	5	4	19,23	15,38
Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur.	7	5	26,92	19,23	7	4	26,92	15,38
Sabit hızla devam eder.	1	0	3,85	0	0	0	0	0

Tablo 4.23 incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanlışlarının "Bir cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetler kaldırılırsa, cisim hareketsiz kalır." ifadesi olduğu belirlenmiştir. Ön testte bu yanlışya sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı %30,77, deney grubu öğrencilerinin oranı ise %26,92 olarak bulunmuştur. Son testte bu yanlışya sahip kontrol ve deney grubu öğrencilerinin oranı yükselerek, kontrol ve deney grubunda %34,61'e ulaşmıştır. Yapılan öğretim sonucunda, bu kavram yanlışlarının giderilmesi konusunda başarı sağlanamamıştır. Cisme hareket doğrultusunda etkiyen kuvvetler kaldırıldığında, cismin aniden hareketsiz kalacağı görüşü son testte azalmamış, aksine artmıştır. Sorunun doğru cevabı, cisim yavaşlar ve bir müddet sonra da durur olması gerekirken, bu konu ile ilgili kavram karmaşası yaşayan öğrencilerin bu yanlışlığı düzeltemedikleri ortaya çıkmaktadır.

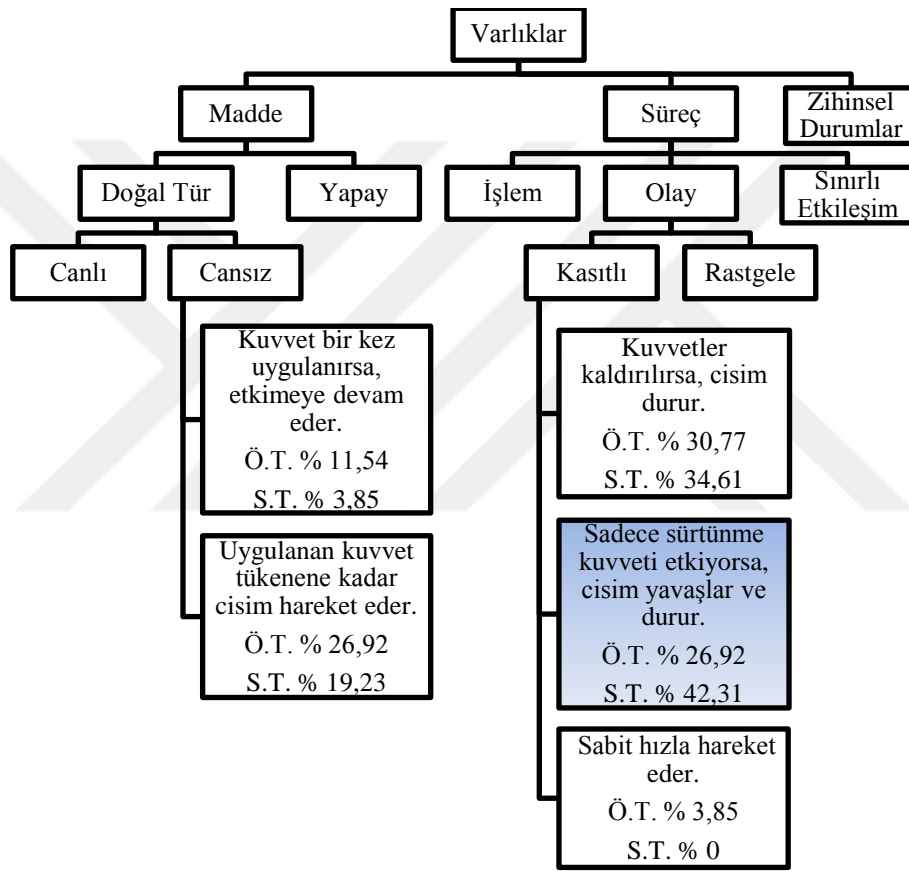
Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte ikinci sırada sahip oldukları kavram yanılığı, "Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur." görüşüdür. Kuvvetin kazanılıp tükenebilme gibi maddesel özelliklerinin olduğunun düşünülmesi öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanılığlarından. Bu yanılığın oranı ön testte kontrol ve deney grubu için %26,92 olarak belirlenmiştir. Bu yanılığa sahip öğrencilerin oranı son testte iki grupta da düşmüştür. Belirlenen bu yanılığın oranı son testte kontrol grubunda %19,23, deney grubunda ise %15,38 olarak bulunmuştur.

Üçüncü sıradaki kavram yanılığı ise, "Bir cismin hareket etmesine neden olan kuvvet bir kez uygulandığında, cisim durduruluncaya kadar hareket eder." ifadesidir. Bu yanılığa, kuvvetin cismin bir parçası haline gelme görüşü hakimdir. Yani bu durumda da kuvvete maddesel özellikler yüklenmektedir. Bu yanılığa sahip olma oranı kontrol grubunda ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %3,85'e düşmüştür. Deney grubunda ise bu yanılığa sahip olanların oranı ön testte %19,23 iken, son testte bu oran %15,38'e düşmüştür.

Ön testte kontrol grubundaki bir öğrenci de (%3,85), soruyu kendi ifadesiyle "Sabit hızla devam eder." şeklinde açıklamıştır. Bu şekilde düşünen öğrencinin, sabit hızla hareket etmekte olan cisme artık kuvvet uygulanmıyor olsa bile hareketine sabit hızla devam edeceği şeklinde kavram yanılığına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Aslında bu görüş, tamamen sürtünmesiz ortam için doğru olabilirdi. Sürtünmesiz ortamda harekete engel olan bir kuvvet uygulanmıyorsa, cisim sabit hızla hareketine devam edebilir. Fakat bu soruda sürtünmesiz ortamdan bahsedilmemektedir, o yüzden cisim sürtünmenin etkisiyle hemen yavaşlar, bir süre sonra da durur. Bu yanılığın son testte ortadan kalktığı belirlenmiştir.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin altıncı sorusunun analizinin son aşaması, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte belirlenen kavram yanılığlarının oluşma sebeplerinin ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.11'de kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.12'de ise deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin altıncı sorusunun ön test ve son testinde belirlenen kavram yanılığlarının ontolojik açıdan incelemesi gösterilmektedir.

Şekil 4.11 incelendiğinde, KHKKT'nin altıncı sorusunda belirlenen kavram yanılgılarının iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan birincisi, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten, ikincisi ise madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan cansız doğal tür kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Öğrenciler, doğru cevabın haricinde kasıtlı olay kategorisi altında bir farklı yanal kategori, cansız doğal madde kategorisine ise üç farklı kategori oluşturmuşlardır.



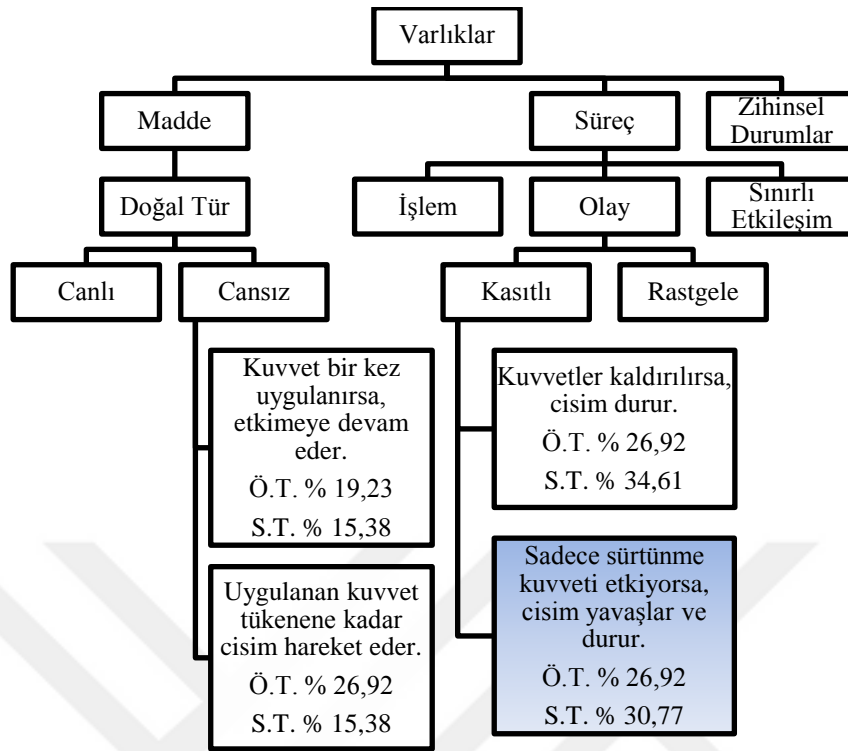
**Şekil 4.11. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Altıncı Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Kontrol grubu öğrencilerinin ön testte %26,92'sinin, son testte ise %42,31'inin, sadece sürtünme kuvvetinin etkidiği durumda cismin yavaşlayarak duracağını belirterek, soruyu doğru cevaplandığı görülmektedir. Soruya verilen cevabın gerekçesinin bu şekilde açıklanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine doğru bir şekilde yerleştirildiğini göstermektedir.

Bu soruda en fazla oranda belirlenen kavram yanılması, kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan "Kuvvetler kaldırılırsa, cisim durur." ifadesidir. Bu yanılmanın oranı kontrol grubunda ön testte %30,77 ve son testte %34,61 olarak belirlenmiştir. Yanılıya sahip öğrenci oranının son testte artması, dikkat çeken sonuçlar arasındadır. Bu durum, yanal kategorilere yerleştirilen kavramların birbirlerine benzer özellikte olmalarından, oluşan kavram karmaşalarının süreç sonunda da devam ettiğini göstermektedir. Kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen diğer kavram yanılması ise "Sabit hızla hareket eder." ifadesidir. Kontrol grubundaki bir öğrencinin ön testte kendi ifadesiyle yazmış olduğu bu yanılmanın oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu yanılı tamamen ortadan kalkmıştır.

Bu soruda belirlenen diğer kavram yanılıları, madde kategorisinin alt kategorisi olan cansız doğal tür kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. İkinci sırada en fazla oranda sahip olunan kavram yanılması "Uygulanan kuvvet tükenene kadar cisim hareket eder." ifadesidir. Bu ifadede kuvvete tükenme özelliğinin atfedilmesi, kavramın madde kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir. Bu yanılmanın oranı ön testte %26,92 olarak belirlenirken, son testte bu oran %19,23'e düşmüştür. Yanılmanın oranında düşüş yaşanmasına rağmen, öğrencilerin bir kısmının kavram karmaşasının son testte halen devam ettiği gözlenmiştir.

Üçüncü sırada yer alan kavram yanılması ise "Kuvvet bir kez uygulanırsa, etkimeye devam eder." ifadesidir. Kuvvetin bir kez uygulanmasıyla sürekli etkimeye devam edeceğinin belirtilmesi, kuvvete maddesel özellik eklendiğini göstermektedir. Son testte bu yanılı büyük oranda ortadan kalkmıştır. Bu yanılmanın gözlenme oranı ön testte %11,54 iken, son testte %3,85 olarak belirlenmiştir.



**Şekil 4.12. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Altıncı Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.12 incelendiğinde, deney grubunun KHKKT'nin altıncı sorusunda belirlenen kavram yanılgılarının iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan, diğeri ise madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan cansız doğal tür üst kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır.

Deney grubunda ön testte ve son testte, sadece sürtünme kuvvetinin etkidiği durumda, cismin yavaşlayarak duracağını belirterek soruyu doğru cevaplandıran öğrenciler olduğu görülmektedir. Kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine doğru bir şekilde yerleştirerek, soruyu doğru cevaplandıran öğrencilerin oranı ön testte %26,92 ve son testte %30,77 olarak belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin kavramsal öğrenme düzeylerinde artış olmasına rağmen, kontrol grubuna oranla daha az gelişim gözlenmiştir.

Öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılgısı, kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan, "kuvvetler kaldırılırsa, cisim durur" ifadesidir. Sorunun doğru cevabının bulunduğu ontolojik kategoriye yanal olarak

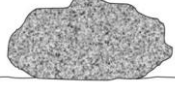
yerleştirildiğinden ve iki ifadenin de birbirine benzer özellikte olmalarından dolayı, bu ifade kuvvetli bir çeldirici olmuştur. Öğrencilerin %26,92'sinin ön testte bu kavram yanılığına sahip oldukları görülmektedir. Öğrencilerin son testte bu yanılığı gidermeyi başaramamalarının yanında, yanılığın oranının son testte %34,61'e yükselmesi dikkat çeken sonuçlar arasındadır.

İkinci sırada belirlenen kavram yanılığı "Uygulanan kuvvet tükenene kadar cisim hareket eder." ifadesidir. Bu ifadede kuvvete tükenme özelliğinin atfedilmesi, kavramın madde kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir. Bu yanılığın oranı ön testte %26,92 olarak belirlenirken, son testte bu oran %15,38'e düşmüştür. Yanılığın oranında düşüş yaşanmasına rağmen, öğrencilerin bir kısmının kavram karmaşası son testte devam etmiştir.

Bu soruda belirlenen son kavram yanılığı ise, cansız doğal madde kategorisine yerleştirilen "Kuvvet bir kez uygulanırsa, etkimeye devam eder." ifadesidir. Bu yanılığın oranı deney grubu için ön testte %19,23 olarak belirlenirken, son testte bu oran %15,38'e düşmüştür. Kavram yanılığının oranında son testte düşüş olmasına rağmen, yanılığın son testte büyük oranda devam etmiştir.



### 4.3.7 Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yedinci Sorusuna Ait Analizler



7. 1.

Yukarıdaki kayanın hareket etmemesinin sebebi nedir?

- A. Kayanın içinde hareket edemeyecek kadar çok kuvvet vardır.
- B. Kayayı çeken veya iten herhangi bir kuvvet yoktur.
- C. Yerçekimi kayayı aşağı doğru çeker.
- D. Yer, yerçekiminin kayaya uyguladığı aynı kuvvetle onu yukarı iter.\*
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

7. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Hareket eden veya duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler.  
(Madde → Doğal Tür → Cansız)
- B. Net kuvvet sıfır olduğundan cisim hareket etmez. (Süreç → İşlem)\*
- C. Eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez.  
(Süreç → Sınırlı Etkileşim)
- D. Cisme etki eden yerçekimi kuvveti onun hareket etmesini engeller.  
(Süreç → İşlem)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yedinci sorusunda, bir kaya parçasının hareket etmemesinin sebebi sorulmakta ve bu konu ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmeye çalışılmaktadır. Hareketsiz bir cisme kuvvet etki etmeyeceği veya sadece ağırlığı etki edeceği görüşü öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanlışlarıdır. Bu sorunun doğru cevapları birinci bölüm için "D" ve ikinci bölüm için de "B" seçenekleridir. Newton'un 3. yasası olan etki-tepki prensibine göre, etki eden her kuvvete karşı eşit büyüklükte ve zıt yönde bir tepki kuvveti uygulanır. Buna göre kayanın yere uyguladığı yerçekimi kuvvetine karşı yer de kayaya aynı büyüklükte bir tepki kuvveti uygular. Net kuvvet sıfır olduğundan cisim hareket etmez. Cismin hareket etmemesinin net kuvvetin sıfır olmasıyla açıklanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir.

Bu soruda süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanıl yerleştirmekten kaynaklanan ve madde kategorisinin cansız doğal tür alt kategorisine yanılş yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığları belirlenmeye çalışılmaktadır.

Bazı öğrenciler hareketsiz duran bir cisme etkiyen tek kuvvetin yerçekimi kuvveti olduğunu düşünmekte ve yer çekimi kayayı aşağı doğru çektiği için kayanın hareketsiz olduğunu belirtmektedirler. Bu şekilde kavram yanılığısına sahip olarak sorunun birinci bölümünde "C" ve ikinci bölümde "D" seçeneklerini işaretleyen öğrencilerin süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanıl yerleştirdikleri anlaşılmaktadır. Bu öğrenciler kayanın hareketsiz olma durumunu yerçekimi kuvvetinin onu aşağıya doğru çekmesiyle açıklamaktadırlar.

Öğrenciler arasında sıklıkla karşılaşılan bir diğer kavram yanılığısı da, hareketsiz duran bir cisme etkiyen herhangi bir kuvvet olmaması görüşüdür. Sorunun birinci bölümünde "B" ve ikinci bölümünde "C" seçeneğini işaretleyen öğrencilerde, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığısı tespit edilmektedir.

Bu soruda süreç kategorisine yanıl yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığlarının haricinde madde kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığları da tespit edilmektedir. Ağırlığın cismin özelliği olarak düşünülmesi ve duran ağır nesnelerin içsel bir kuvvete sahip olduklarının belirtilmesi ağırlık kavramının madde kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir. Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "A" seçeneklerinin işaretlenmesi bu kavram yanılığısının varlığını göstermektedir. Kayanın hareket etmeme durumunun kayanın içsel kuvvetiyle açıklanması kavramın madde kategorisinin alt kategorisi olan cansız doğal tür kategorisine yanılş yerleştirildiğini göstermektedir.

Öğrencilerin konu ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de belirtilen kriterlere göre sınıflandırılmıştır. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.24'te gösterilmektedir. Daha sonra öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanılığları belirlenmiş ve bu kavram yanılığlarının dayanakları ontolojik açıdan araştırılmıştır. Kontrol ve deney gruplarının ön testte ve son testte sahip oldukları kavram yanılığları Tablo 4.25'te gösterilmiştir. Kontrol ve deney gruplarının

ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışlarının ontolojik incelemeleri ise Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'te sunulmaktadır.

**Tablo 4.24. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yedinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	0	3	0	11,54	0	3	0	11,54
<b>Kısmen Anlama</b>	7	9	26,92	34,62	9	11	34,62	42,31
<b>Kavram Yanılgısı</b>	19	14	73,08	53,85	17	11	65,38	42,31
<b>Anlamama</b>	0	0	0	0	0	1	0	3,85

Tablo 4.24'te yer alan veriler incelendiğinde, ön testte kontrol ve deney grubunun her ikisinde de bu soru ile ilgili tam anlama seviyesinde öğrenci bulunmadığı görülmektedir. Son testte ise her iki grupta da konuyu tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranının %11,54 seviyesine ulaştığı görülmektedir. Kontrol ve deney gruplarının her ikisinde de eşit oranda bir değişim gerçekleşmiştir. Bu soru için, uygulanan farklı öğretim yöntemlerinin, öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerinde eşit etkiye olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kavramı kısmen anlayan kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %26,92 iken, son testte bu oran %34,62'ye yükselmiştir. Ön testte deney grubunda kavramı kısmen anlayanların oranı %34,62 iken, son testte %42,31'e yükselmiştir. Kontrol ve deney gruplarının her ikisinde de kavramı kısmen anlayanlarda eşit oranda bir değişim yaşanmıştır. Kavramı anlamayan öğrenci oranı deney grubunda son testte %3,85 olarak belirlenmiştir. Kavram yanlışlığına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %73,08 iken, son testte bu oran %53,85'e düşmüştür. Kavram yanlışlığına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ise ön testte %65,38 iken, son testte bu oran %42,31'e düşmüştür. Kavram yanlışlığına sahip öğrenci oranında her iki grupta da son testte eşit oranda bir değişim yaşanmıştır. Buradan hareketle bu soru için, öğrencilerin kavramsal anlama seviyelerini değiştirmede uygulanan öğretim yönteminin etkili olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

**Tablo 4.25. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Testi ve Son Testinin Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Hareket eden veya duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler.	7	7	26,92	26,92	7	6	26,92	23,08
Eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez.	4	4	15,38	15,38	0	1	0	3,85
Cisme etki eden yerçekimi kuvveti onun hareket etmesini engeller.	7	3	26,92	11,54	10	4	38,46	15,38
Kayaya etkiyen yerçekimi kuvveti ve kayanın tırtıklı yapısı sayesinde sürtünmenin fazla olması.	1	0	3,85	0	0	0	0	0

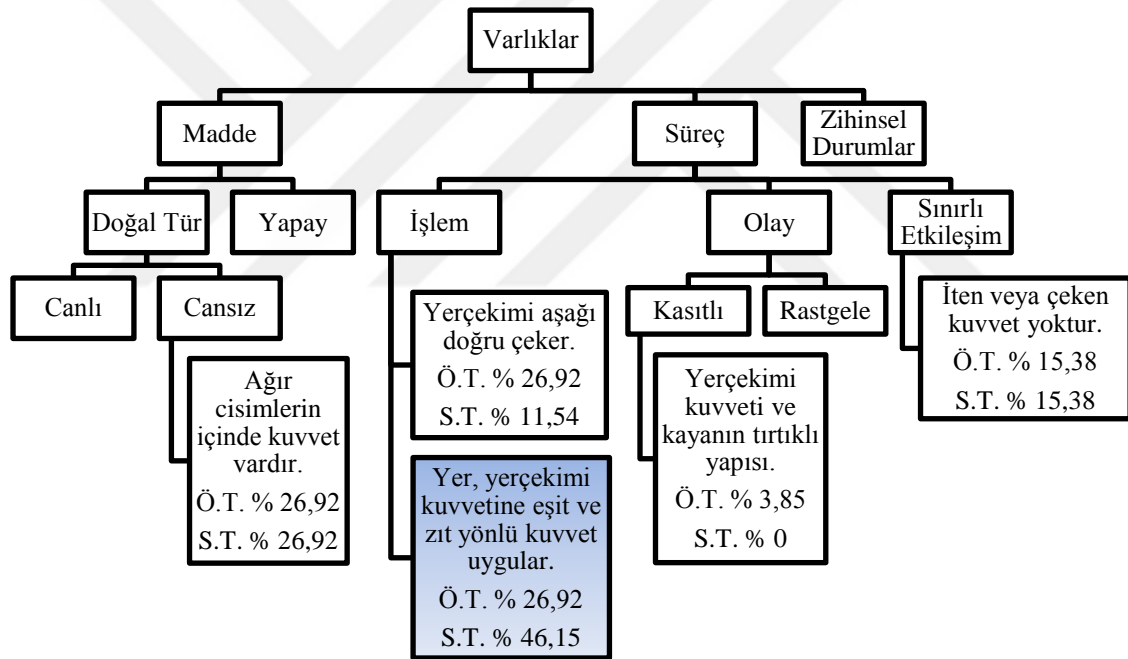
Tablo 4.25 incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanılgısının "Cisme etki eden yerçekimi kuvveti onun hareket etmesini engeller" olduğu belirlenmiştir. Ön testte bu yanılgıya sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı %26,92, deney grubu öğrencilerinin oranı ise %38,46 olarak belirlenmiştir. Son testte bu yanılgıya sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı %11,54'e, deney grubu öğrencilerinin oranı ise %15,38'e düşmüştür. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin son testte ikinci sırada en fazla oranda bu yanılgıya düştükleri belirlenmiştir. Bu yanılgının oranının son testte iki grup için de düşmesi, öğrencilerin birçoğunun bu yanılgıyı düzeltmeyi başardığını göstermektedir.

Ön testte ikinci sırada, son testte ise en fazla oranda sahip olunan kavram yanılgısı ise "Hareket eden veya duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler." ifadesidir. Ön testte ve son testte her iki grubun da bu ifadede yoğunlaştıkları görülmektedir. Bu kavram yanılgısına sahip öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu yanılgılarını son testte düzeltmeyi başaramadıkları belirlenen sonuçlar arasındadır. Bu yanılgının oranı kontrol grubu için ön testte %26,92 olarak belirlenmiş ve son testte de bu oran değişmeyerek %26,92 seviyesinde kalmıştır. Deney grubunda da ön testte %26,92 oranında belirlenen kavram yanılgısının oranı son testte %23,08'e düşmüştür.

Bu soru ile ilgili üçüncü sırada belirlenen kavram yanılgısı ise "Eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez." görüşüdür. Bu yanılgının oranı kontrol grubu için ön testte ve son testte %15,38 olarak belirlenmiştir. Deney grubunda ise bu yanılgıya ön testte rastlanmazken, son testte %3,85 oranında bulunmuştur.

Son sırada yer alan "Kayaya etkiyen yerçekimi kuvveti ve kayanın tırtıklı yapısı sayesinde sürtünmenin fazla olması" ifadesi ise sadece kontrol grubu öğrencilerinin %3,85'i tarafından ön testte belirtilmiştir. Son testte ise bu yanlış tamamen ortadan kalkmıştır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yedinci sorusunun analizinin son aşaması, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte belirlenen kavram yanlışlarının oluşma sebeplerinin ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.13'te kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.14'te ise deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin yedinci sorusunun ön test ve son testinde belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi gösterilmektedir.



**Şekil 4.13. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yedinci Sorusundaki Kavram Yanlışlarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin yedinci sorusunda, bir nesnenin hareket etmemesinin nedeninin nasıl açıklanabileceği sorulmaktadır. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevapların ontoloji temelinde incelenmesinin ardından, belirlenen kavram yanlışlarının dört kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Diğerleri ise madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan cansız doğal tür kategorisine, süreç

kategorisinin alt kategorileri olan kasıtlı olay kategorisine veya sınırlı etkileşim üst kategorilerine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır.

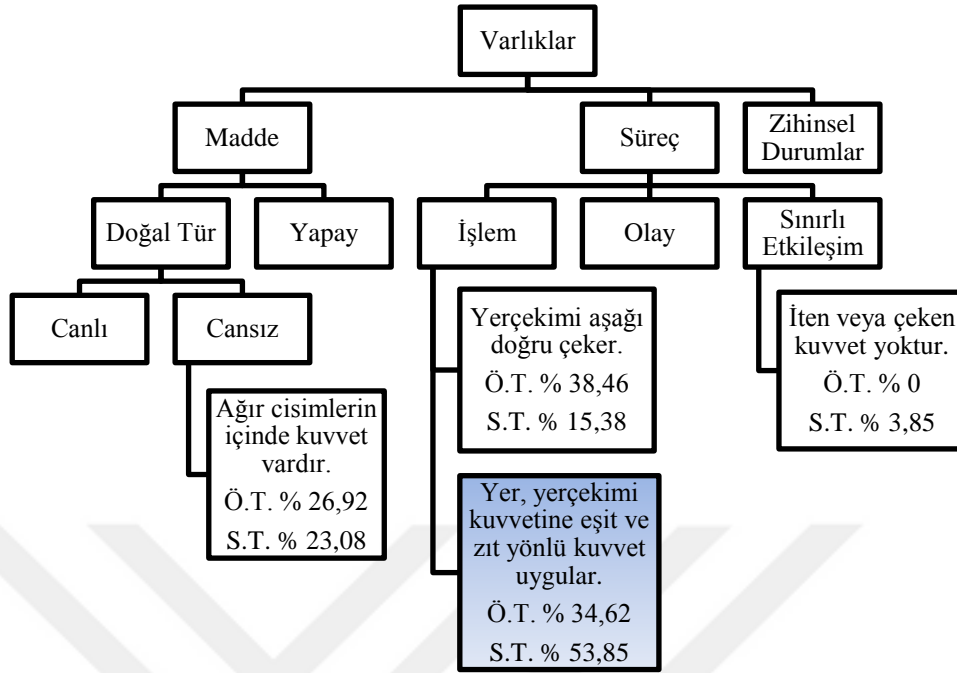
Kontrol grubu öğrencilerinin %26,92'sinin ön testte, etki ve tepki kuvvetinin birbirine eşit büyüklükte ve zıt yönlü olduğunu belirterek, bu soruyu doğru cevaplandığı görülmektedir. Kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine doğru şekilde yerleştirerek, soruyu doğru cevaplayanların oranı son testte %46,15'e yükselmiştir. Geleneksel yöntemle öğretimin yapıldığı kontrol grubunda, öğrencilerin kavramsal öğrenme düzeylerinde artış olduğu gözlenmiştir.

Öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılması, madde kategorisinin cansız doğal tür alt kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan, "Ağır cisimler içsel bir kuvvete sahiptirler" şeklindeki kavram yanılmasıdır. Bu kavram yanılığının oranı ön testte %26,92 olarak belirlenirken, öğrencilerin son testte bu kavram yanılığını düzeltmeyi başaramadıkları ve %26,92 oranında sabit kaldığı görülmüştür. Bu durum öğrencilerin, bir üst ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığını düzeltmede zorlandıklarını göstermektedir. Üst ontolojik kategori olan madde kategorisine yerleştirilen kavram yanılığlarının düzeltilmesi, yanal kategori olan işlem kategorisine yerleştirilen yanılığlara göre daha zor olmuştur.

Öğrencilerin fazla oranda sahip oldukları bir diğer kavram yanılığı ise, süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan, cismin hareket etmemesinin sebebi olarak, yerçekiminin onu aşağı doğru çekmesinin gösterildiği kavram yanılığıdır. Bu kavram yanılığına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %26,92, son testte ise %11,54'tür. Bu yanılığın son testte büyük oranda düzeltildiği gözlenmiştir.

Süreç kategorisinin alt kategorisi olan sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığı ise, iten veya çeken herhangi bir kuvvet olmadığı için cismin hareket etmediğinin belirtilmesidir. Bu yanılığın oranı ön testte ve son testte %15,38 olarak belirlenmiştir.

En az oranda belirlenen kavram yanılığı ise kayanın tırtıklı olmasının ve yerçekiminin etkisiyle cismin hareketsiz kaldığı şeklindeki kavram yanılığıdır. Süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan bu yanılığın oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu yanılığın tamamen ortadan kalkmıştır.



**Şekil 4.14. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yedinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin yedinci sorusuna verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelendiğinde, belirlenen kavram yanılgılarının üç kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yanıl yerleştirmekten, diğerleri ise madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan cansız doğal tür üst kategorisine ve süreç kategorisinin alt kategorisi olan sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Öğrenciler işlem kategorisi altında bir yanıl kategori, cansız doğal tür kategorisi ve sınırlı etkileşim kategorileri altında birer kategori oluşturmuşlardır.

Deney grubu öğrencilerinin ön testte %34,62'sinin, son testte ise %53,85'inin, etki ve tepki kuvvetlerinin birbirine eşit büyüklükte ve zıt yönlü olduğunu belirterek, soruyu doğru cevaplandığı görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarında eşit oranda kavramsal değişim yaşanmasına rağmen, deney grubunda kontrol grubuna göre son testte daha yüksek oranda kavramsal öğrenme gerçekleşmiştir.

Öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılgısı, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yanıl yerleştirmekten kaynaklanan, "yerçekimi cismi aşağı doğru çeker" gerekçesidir. Bu kavram yanılgısına sahip deney

grubu öğrencilerinin oranı ön testte %38,46 iken, son testte bu oran %15,38'e düşmüştür. Bu yanılmanın son testte büyük oranda düzeltildiği gözlenmiştir.

Öğrencilerin ikinci sırada fazla oranda sahip oldukları kavram yanılması ise "Ağır cisimler içsel bir kuvvete sahiptirler." ifadesidir. Bu kavram yanılmasına sahip öğrencilerin, kavramı madde kategorisinin alt kategorisi olan cansız doğal tür kategorisine yerleştirdikleri anlaşılmaktadır. Bu yanılmanın oranı deney grubunda ön testte %26,92, son testte ise %23,08 olarak belirlenmiştir.

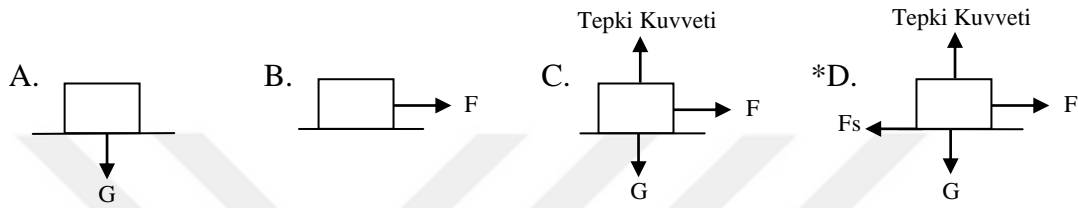
Bu soruda en az oranda belirlenen kavram yanılması ise sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirildiği belirlenen "iten veya çeken herhangi bir kuvvet yoktur" ifadesidir. Bu yanılıya deney grubunda ön testte rastlanmazken, son testte yanılmanın oranı %3,85 olarak bulunmuştur.



### 4.3.8. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Sekizinci Sorusuna Ait Analizler



Yatay bir yüzeyde F kuvveti etki etmesine rağmen hareketsiz kalan cisme etki eden kuvvetler aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?



8. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Cisim hareket etmediğine göre, ona yatayda etkiyen bir kuvvet yoktur, sadece düşey doğrultuda yerçekimi kuvveti vardır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- B. Sadece canlılar kuvvet uygulayabildiğinden; kutu, masa gibi cisimler kuvvet uygulamazlar. Dolayısıyla cisme etkiyen kuvvet, sadece uygulanan F kuvvetidir. (Madde → Doğal Tür → Canlı)
- C. Aşağıya doğru etki eden yerçekimi kuvvetine karşılık, cismin temas ettiği yüzeyde yerçekimi kuvvetine ters yönde tepki kuvveti oluşur. Bunlarla beraber uygulanan F kuvveti cisme etki eder. Cisim hareket etmediğinden sürtünme kuvveti de oluşmaz. (Süreç → Sınırlı Etkileşim → Doğal)
- D. Aşağıya doğru etki eden yerçekimi kuvveti, cismin temas ettiği yüzeyde yerçekimi kuvvetine ters yönde oluşan tepki kuvveti, uygulanan F kuvveti ve uygulanan kuvvete zıt yönde oluşan sürtünme kuvveti etki eder. (Süreç → Sınırlı Etkileşim → Doğal)\*
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin sekizinci sorusunda, düz bir zemin üzerinde F kuvvetiyle çekilen bir cisme etkiyen kuvvetlerin neler olduğu sorulmaktadır. Cisim hareket etmediğinden bazı öğrenciler sürtünme kuvvetinin oluşmadığını düşünebilmektedirler. Cisim hareket etmediğine göre yatayda etkiyen kuvvet olmadığı,

sadece düşeyde cismin ağırlığı olduğu veya sadece canlıların kuvvet uygulayabildiği görüşü öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanlışlarıdır. Bu soru ile ilgili öğrencilerin bu kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları araştırılmıştır.

Kuvvet kavramı, cisimler arasındaki sınırlı etkileşim olarak açıklanmaktadır. Örneğin ağırlık kavramı, Dünya ile cisimler arasındaki sınırlı etkileşim ile açıklanan yerçekimi kuvvetidir. Sürtünme kuvveti ise cisim ile temas ettiği yüzey arasındaki sınırlı etkileşim olarak açıklanmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı birinci bölümde ve ikinci bölümde "D" seçenekleridir. Yani kuvvet uygulanarak hareket ettirilmeye çalışılan bu cisme etkiyen kuvvetler yerçekimi kuvveti, yerin cisme uyguladığı tepki kuvveti, cisme uygulanan F kuvveti ve uygulanan bu kuvvete ters yönde oluşan sürtünme kuvvetidir. Sorunun bu şekilde doğru olarak cevaplanması, süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine doğru yerleştirildiğini göstermektedir.

Bazı öğrenciler sürtünme kuvvetinin sadece hareket sırasında etki ettiğine dair kavram yanlışlığına sahiptirler. Bu öğrenciler, sürtünme kuvveti harekete karşı koyan kuvvet olduğundan, hareket olmadığında sürtünme kuvveti de olmaz görüşündedirler. Oysa ki duran nesnelere etkiyen statik sürtünme kuvveti ve hareket halindeki nesnelere etkiyen kinetik sürtünme kuvveti olmak üzere sürtünme kuvveti iki çeşittir. Bu soruda uygulanan F kuvveti sürtünme kuvvetinden daha büyük olmadığından cisim hareket edememektedir. Bu durumda sürtünme kuvveti F kuvvetine eşit ve zıt yönlüdür. Hareket etmeyen cisimlerde sürtünme kuvvetinin oluşmadığı şeklinde kavram yanlışlığına sahip olarak sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "C" seçeneğini işaretleyen öğrencilerin süreç kategorisinin alt kategorisi olan sınırlı etkileşim kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlığına sahip oldukları belirlenmektedir.

Cisim hareket etmediğine göre yatayda etkiyen bir kuvvet olmadığı, sadece yerçekiminden dolayı ağırlığının bulunduğu görüşü öğrencilerde rastlanabilen bir diğer kavram yanlışlığıdır. Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "A" seçeneğinin işaretlenerek, cisim hareket etmediğinden yatayda etkiyen kuvvetin olmadığı, sadece aşağı doğru yerçekimi kuvvetinin etki ettiğinin belirtilmesi süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "B" seçeneklerinin seçilerek sadece canlıların kuvvet uygulayabildiği, kutu, masa gibi cisimlerin kuvvet uygulayamayacağı belirtilmesi kavramın madde kategorisinin alt kategorisi olan canlı doğal tür kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir.

Öğrencilerin bu konu ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de belirtilen kriterlere göre sınıflandırılmıştır. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.26'da gösterilmektedir. Daha sonra öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenmiş ve bu kavram yanılgılarının dayanakları ontolojik açıdan araştırılmıştır.

**Tablo 4.26. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Sekizinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	5	3	19,23	11,54	8	13	30,77	50
<b>Kısmen Anlama</b>	0	2	0	7,69	1	1	3,85	3,85
<b>Kavram Yanılgısı</b>	20	20	76,92	76,92	17	11	65,38	42,31
<b>Anlamama</b>	1	1	3,85	3,85	0	1	0	3,85

Tablo 4.26'daki veriler incelendiğinde, düz bir zemin üzerinde duran cisme yatayda F kuvvetiyle çekilen fakat hareket ettirilmeyen cisme etkiyen kuvvetlerle ilgili kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranı ön testte kontrol grubu için %19,23 ve deney grubu için %30,77 olarak bulunmuştur. Son testte kavramı doğru anlayanların oranının kontrol grubunda düştüğü, deney grubunda ise yükseldiği belirlenmiştir. Son testte kavramı tam ve doğru anlayanların oranı kontrol grubunda %11,54'e düşmüş, deney grubunda ise %50'ye yükselmiştir. Animasyon destekli öğretimin yapıldığı deney grubunun kavram öğrenme düzeyinde kontrol grubuna göre daha büyük bir gelişme gözlenmiştir. Dolayısıyla bu soru için, animasyon destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre kavramsal anlama düzeyini daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Kavramı kısmen anlayan kontrol grubu öğrencisi ön testte bulunmazken, son testte %7,69 olarak belirlenmiştir. Deney grubunda kavramı kısmen anlayanların oranı ön testte ve son testte %3,85 seviyesinde sabit kalmıştır. Kavramı kısmen anlayan öğrencilerin, kavramla ilgili bilgiye sahip oldukları ama bu bilgiyi

soruyu çözmekte kullanamadıkları belirlenmiştir. Konu ile ilgili kavram yanılığın sahip olanların oranı ise kontrol grubu için ön testte ve son testte %76,92 oranında kalmıştır. Deney grubunda kavram yanılığın sahip olanların oranı ise ön testte %65,38 iken, son testte bu oran %42,31'e düşmüştür. Kavram yanılıklarını giderme konusunda deney grubundaki öğrenciler, kontrol grubuna göre daha büyük bir gelişme göstermişlerdir. Kavramı anlayamayan kontrol grubu öğrencilerinin oranı ise ön testte ve son testte %3,85 olarak belirlenmiştir. Deney grubunda ise son testte %3,85 oranında kavramı anlayamayan öğrenci belirlenmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak, bu soru için, animasyon destekli öğretim yönteminin öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerini, geleneksel öğretime göre daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin sekizinci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılıklarının belirlenmesidir. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılıkları Tablo 4.27'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.27. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılıkları**

Kavram Yanılığı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Cisim hareket etmediğine göre, ona yatayda etkiyen bir kuvvet yoktur, sadece düşey doğrultuda yerçekimi kuvveti vardır.	5	7	19,23	26,92	5	5	19,23	19,23
Sadece canlılar kuvvet uygulayabildiğinden; kutu, masa gibi cisimler kuvvet uygulamazlar. Dolayısıyla cisme etkiyen kuvvet, sadece uygulanan F kuvvetidir.	4	6	15,38	23,08	5	3	19,23	11,54
Aşağıya doğru etki eden yerçekimi kuvvetine karşılık, cismin temas ettiği yüzeyde yerçekimi kuvvetine ters yönde tepki kuvveti oluşur. Bunlarla beraber uygulanan F kuvveti cisme etki eder. Cisim hareket etmediğinden sürtünme kuvveti de oluşmaz.	11	7	42,31	26,92	7	3	26,92	11,54

Tablo 4.27 incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanılığının "Aşağıya doğru etki eden yerçekimi kuvvetine karşılık, cismin temas ettiği yüzeyde yerçekimi kuvvetine ters yönde tepki kuvveti oluşur. Bunlarla beraber uygulanan F kuvveti cisme etki eder. Cisim hareket

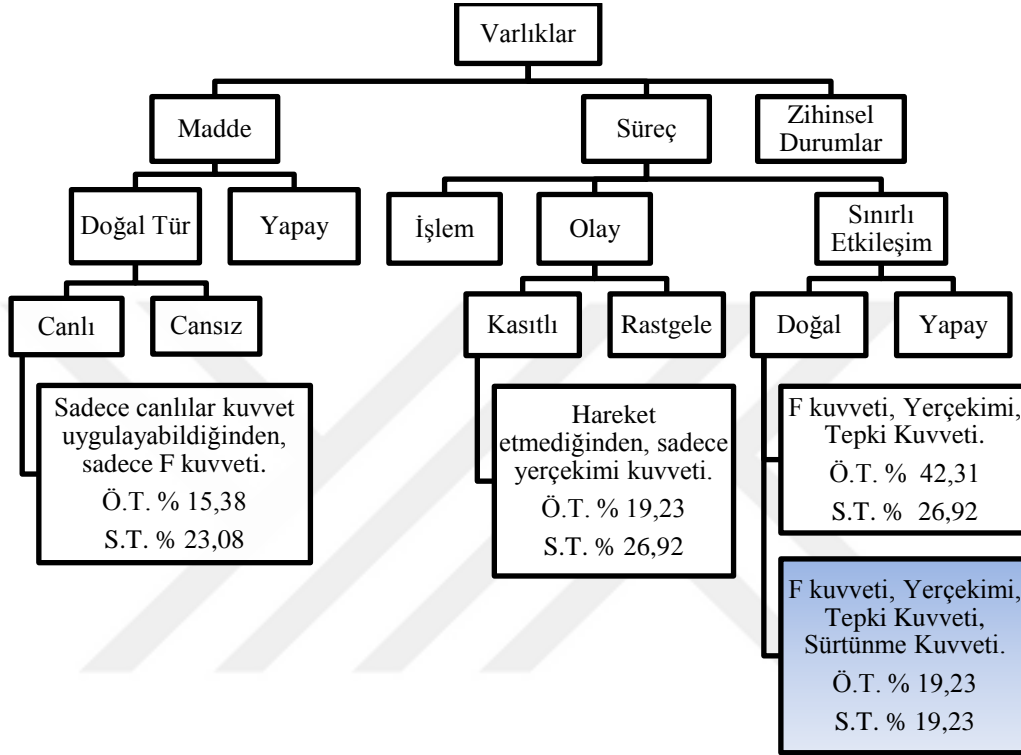
etmediğinden sürtünme kuvveti de oluşmaz." olduğu belirlenmiştir. Ön testte bu yanılıya sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı %42,31, deney grubu öğrencilerinin oranı ise %26,92 olarak belirlenmiştir. Son testte bu yanılıya sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı %26,92'ye, deney grubu öğrencilerinin oranı ise %11,54'e düşmüştür. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin son testte ikinci sırada en fazla oranda bu yanılıya düştükleri belirlenmiştir. Bu yanılığın oranının son testte iki grup için de düşmesi, öğrencilerin birçoğunun bu yanılıyı düzeltmeyi başardığını göstermektedir.

Ön testte ikinci sırada, son testte ise en fazla oranda sahip olunan kavram yanılığı ise "Cisim hareket etmediğine göre, ona yatayda etkiyen bir kuvvet yoktur, sadece düşey doğrultuda yerçekimi kuvveti vardır." ifadesidir. Kontrol grubunda son testte bu yanılıya sahip öğrencilerin oranının arttığı, deney grubunda ise değişmediği dikkat çekmektedir. Buradan hareketle, her iki grubun öğrencilerinin bu kavram yanılığını gidermede zorlandıkları ve başaramadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu yanılıya sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %19,23 iken, son testte bu oran %26,92'ye yükselmiştir. Deney grubunda ise ön testte ve son testte %19,23 olarak belirlenmiştir.

Bu soru ile ilgili üçüncü sırada belirlenen kavram yanılığı ise "Sadece canlılar kuvvet uygulayabildiğinden; kutu, masa gibi cisimler kuvvet uygulamazlar. Dolayısıyla cisme etkiyen kuvvet, sadece uygulanan F kuvvetidir." ifadesidir. Bu yanılıya sahip deney grubu öğrencilerinin azalması, kontrol grubu öğrencilerinin ise artması dikkat çeken sonuçlar arasındadır. Belirlenen yanılığın oranı kontrol grubu için ön testte %15,38 olarak belirlenirken, son testte bu oran %23,08'e yükselmiştir. Deney grubunda ise bu yanılığın oranı ön testte %19,23 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür. Bu yanılıya sahip öğrenciler, kuvvet kavramıyla canlıları ilişkilendirmişlerdir. Yani sadece canlıların kuvvet uygulayabileceğini belirterek, kavramı üst ontolojik kategori olan canlı madde kategorisine yerleştirmişlerdir. Bir üst ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığının giderilmesinde, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulanması, geleneksel öğretim yöntemine kıyasla, daha etkili olmuştur.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin sekizinci sorusunun analizinin son aşaması, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte belirlenen kavram

yanılgılarının oluşma sebeplerinin ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.15'te kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.16'da ise, deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin sekizinci sorusunun ön test ve son testinde belirlenen kavram yanılgılarının ontolojik açıdan incelemesi gösterilmektedir.



**Şekil 4.15. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sekizinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

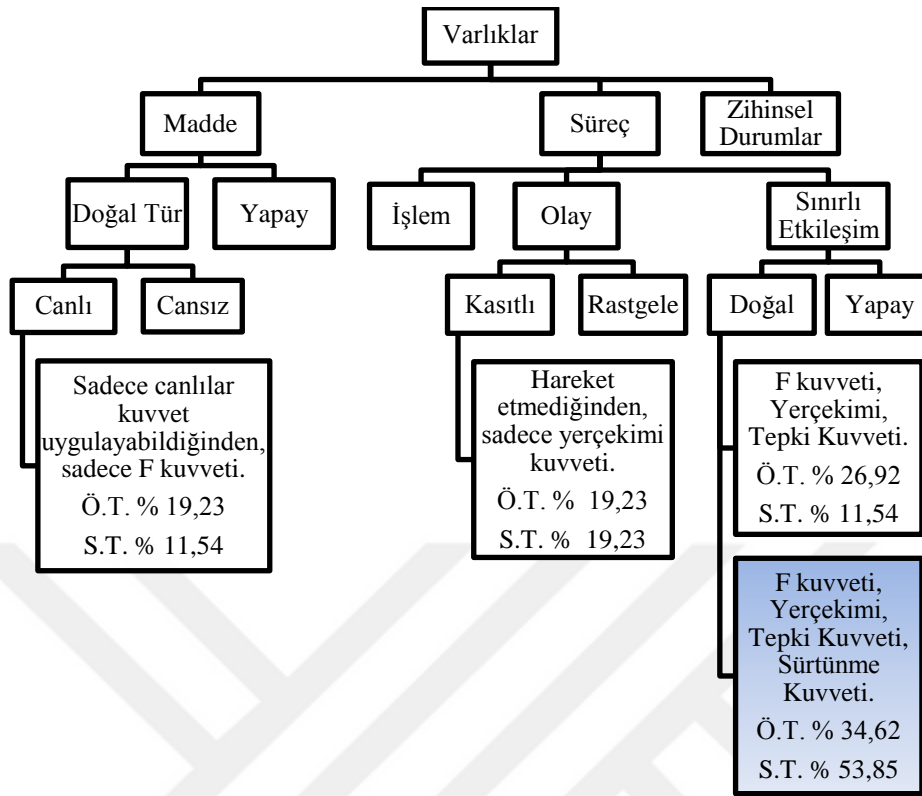
KHKKT'nin sekizinci sorusunda, düz bir zemin üzerinde F kuvvetiyle çekilen fakat hareket etmeyen bir cisme etkiyen kuvvetlerin neler olduğu ile ilgili öğrenci görüşleri sorgulanmaktadır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiş ve kontrol grubu öğrencilerinin, bu soruda belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde üç kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yanal yerleştirmekten, ikincisi süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine, üçüncüsü ise madde kategorisinin alt kategorisi olan canlı doğal tür kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Öğrenciler doğal sınırlı etkileşim, kasıtlı olay ve canlı doğal tür kategorileri altında birer kategori oluşturmuşlardır.

Soruda bahsedilen cisme etkiyen kuvvetler; cisme uygulanan F kuvveti, yerçekimi kuvveti, masanın cisme uyguladığı tepki kuvveti ve sürtünme kuvvetidir. Cisme etkiyen kuvvetlerle ilgili kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine doğru şekilde yerleştiren kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte ve son testte %19,23 olarak belirlenmiştir.

Bu soruda en fazla oranda saptanan kavram yanılığı, doğal sınırlı etkileşim kategorisi içindeki yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Kontrol grubu öğrencilerinin ön testte %42,31'inin, son testte ise %26,92'sinin, harekete etmeyen cisme sürtünme kuvvetinin etkimeyeceği yönünde yanılığa düştükleri belirlenmiştir. Yanal kategoriye yerleştirilen bu kavram yanılığının, yapılan öğretim sonucunda büyük oranda giderilebildiği görülmektedir.

Üst ontolojik kategoriye yerleştirilen kavram yanılığlarından ilki, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan, cismin hareketsiz olma durumu ile sadece yerçekimi kuvvetinin etkimesinin ilişkilendirildiği kavram yanılığıdır. Bu yanılığa sahip öğrenciler, cismin hareketsiz olma olayını, ona etkiyen yatayda herhangi bir kuvvet olmamasıyla, sadece aşağı yönlü yerçekimi kuvvetinin etkimesiyle açıklamaktadırlar. Öğrencilerin üst ontolojik kategoriye yerleştirdikleri bu kavram yanılığını düzeltmede zorlandıkları görülmektedir. Ön testte %19,23 olarak belirlenen bu kavram yanılığının oranının son testte %26,92'ye yükseldiği belirlenmiştir.

Üst ontolojik kategoriye yerleştirilen bir diğer kavram yanılığı ise madde kategorisinin alt kategorisi olan canlı doğal tür kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Kontrol grubu öğrencilerinin %15,38'i ön testte, %23,08'i ise son testte, sadece canlıların kuvvet uygulayabildiği, cansızların ise kuvvet uygulayamadığı konusunda yanılığa düştükleri belirlenmiştir. Bu şekilde düşünen öğrenciler, cisme sadece yatayda uygulanan F kuvvetinin etkiyeceğini belirtmişlerdir. Tamamen farklı bir kategori olan madde kategorisine yerleştirilen bu kavram yanılığının giderilemediği, aksine yanılığa sahip öğrenci oranının son testte arttığı dikkat çeken sonuçlar arasında olmuştur. Bu durum, farklı ontolojik özelliklere sahip kavramların kavramsal değişiminin daha zor gerçekleştiği şekilde yorumlanmıştır. Bu yanılığın giderilmesi için özel bir çalışmanın yapılmadığı kontrol grubunda, öğrencilerin kavram karmaşaları artarak devam etmiştir.



**Şekil 4.16. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Sekizinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin sekizinci sorusuna verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiş ve deney grubu öğrencilerinin, bu soruda belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde üç kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yanlış yerleştirmekten, ikincisi süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine, üçüncüsü ise madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan canlı doğal tür kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Öğrenciler doğal sınırlı etkileşim, kasıtlı olay ve canlı doğal tür kategorileri altında birer kategori oluşturmuşlardır.

Soruda bahsedilen cisme etkiyen kuvvetler; cisme uygulanan F kuvveti, yerçekimi kuvveti, masanın cisme uyguladığı tepki kuvveti ve sürtünme kuvvetidir. Cisme etkiyen kuvvetleri doğru şekilde belirten ve kuvvetle ilgili kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine doğru şekilde yerleştiren deney grubu öğrencilerinin oranının ön testte %34,62 olduğu ve son testte %53,85'e yükseldiği görülmüştür. Kontrol grubuna oranla, deney grubunun kavramsal öğrenme düzeylerinde çok daha fazla bir gelişme sağlanmıştır. Animasyon destekli öğretimin uygulandığı bu



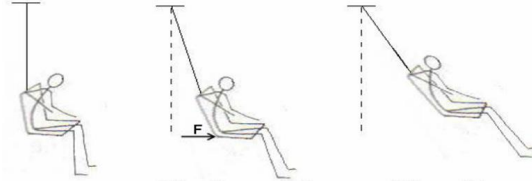
grupta, konu ile ilgili hazırlanan animasyonların, öğrencilerin kavram karmaşalarını gidermede etkili olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin en yüksek oranda sahip oldukları kavram yanılığı, süreç kategorisinin alt kategorisi olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Deney grubu öğrencilerinin ön testte %26,92'sinin, son testte ise %11,54'ünün hareket etmeyen cisme sürtünme kuvvetinin etkimeyeceği yönünde yanılığa düştükleri belirlenmiştir. Yanal kategoriye yerleştirilen bu kavram yanılığının, yapılan animasyon destekli öğretim sonucunda büyük oranda giderilebildiği görülmektedir.

Üst ontolojik kategoriye yerleştirilen kavram yanılığlarından ilki, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan, cismin hareketsiz olma durumu ile sadece yerçekimi kuvvetinin etkimesinin ilişkilendirildiği kavram yanılığıdır. Bu yanılığa sahip öğrenciler, cismin hareketsiz olma olayını, ona etkiyen yatayda herhangi bir kuvvet olmamasıyla, sadece aşağı yönlü yerçekimi kuvvetinin etkimesiyle açıklamaktadırlar. Öğrencilerin üst ontolojik kategoriye yerleştirdikleri bu kavram yanılığını düzeltmede zorlandıkları görülmektedir. Ön testte %19,23 olarak belirlenen bu kavram yanılığının oranının son testte değişmeyerek %19,23 seviyesinde kaldığı görülmektedir.

Üst ontolojik kategoriye yerleştirilen bir diğer kavram yanılığı ise madde kategorisinin alt kategorisi olan canlı doğal tür kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Deney grubu öğrencilerinin %19,23'ünün ön testte, %11,54'ünün ise son testte, sadece canlıların kuvvet uygulayabildiği, cansızların ise kuvvet uygulayamadığı konusunda yanılığa düştükleri belirlenmiştir. Bu şekilde düşünen öğrenciler, cisme sadece yatayda uygulanan F kuvvetinin etkiyeceğini belirtmişlerdir. Üst ontolojik kategoriye yerleştirilmesine rağmen, deney grubu öğrencilerinin bir kısmının bu yanılıklarını düzeltebildikleri görülmektedir. Kontrol grubunun bu konuda başarısız, deney grubunun ise başarılı olması, konu ile ilgili hazırlanan animasyonların deney grubunda uygulanması ve öğrencilerin cisimlere etkiyen farklı kuvvetleri karşılaştırma fırsatı bulmaları ile açıklanabilir. Üst ontolojik kategoriye yerleştirilen kavram yanılığının giderilmesi, yanal kategoriye yerleştirilenlerin giderilmesinden daha zor olmasına rağmen, uygulanan farklı öğretim yöntemleri ile bu durum gerçekleştirilebilmektedir.

### 4.3.9. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Dokuzuncu Sorusuna Ait Analizler



9.1. Bir salıncağa periyodik olarak kuvvet uygulanmaktadır. Salıncağın yapacağı hareket hakkında ne söylenebilir?

- A. Salıncak gittikçe yükselir.\*
- B. Salıncak her seferinde aynı yüksekliğe çıkar.
- C. Salıncak her seferinde daha az yükselir.
- D. Salıncağın çıkacağı yükseklik bilinemez.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

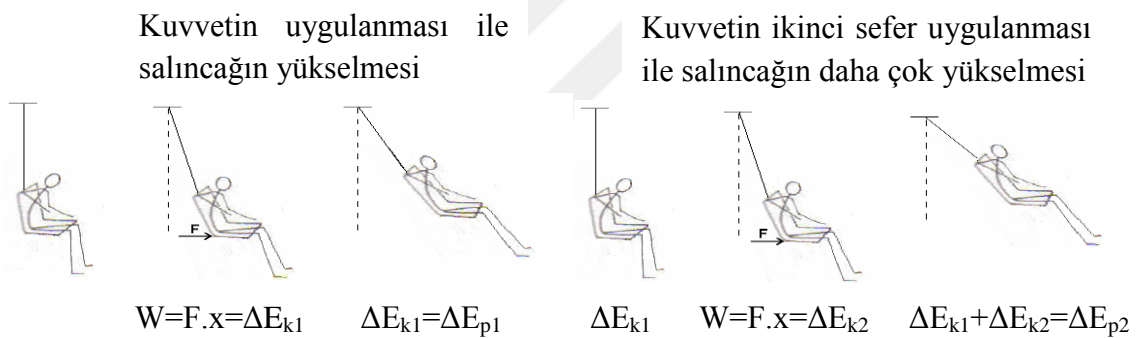
9.2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Salıncağa uygulanan kuvvetle iş yapılır. Salıncağın hızı ve kinetik enerjisi artar. Artan kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşür ve salıncak gittikçe yükselir. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- B. Salıncağa aynı kuvvet uygulandığından aynı yüksekliğe çıkar. (Süreç → İşlem)
- C. Havanın sürtünmesinden dolayı salıncak yavaşlar ve her seferinde daha az yükselir. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Salıncağın ne kadar yükseleceği hakkında bir yorum yapılamaz. (Süreç → Olay → Rastgele)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin dokuzuncu sorusunda, periyodik olarak sabit kuvvet uygulanan salıncağın yapacağı hareket konusunda öğrenci görüşleri sorgulanmaktadır. Bu soruya verilebilecek cevaplar, salıncağın her seferinde daha çok yükseleceği, daha az yükseleceği, aynı yükseğe çıkacağı veya ne kadar yükseleceği konusunda bir şey söylenemeyeceği şeklindedir. Verilen cevap için öne sürülen sebep ise ikinci bölümde belirtilmektedir. Bu sorunun doğru cevabı, kuvvet, iş ve enerji ilişkisiyle açıklanan, salıncağın her seferinde daha çok yükseleceği cevabıdır. Eşit kuvvet uygulandığından salıncağın her seferinde aynı yüksekliğe çıkacağı veya

sürtünmeden dolayı salıncağın daha az yükseleceği cevapları ise öğrencilerde sık karşılaşılan kavram yanlışlarının varlığını göstermektedir. Bu soru ile ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları araştırılmıştır.

Bu sorunun doğru cevabı birinci ve ikinci bölümde “A” seçenekleridir yani salıncağın her defasında daha fazla yükseleceğidir. Sorunun cevabı şu şekilde açıklanabilir: Salıncağa her seferinde eşit büyüklükte kuvvet uygulanarak salıncak itilmektedir. Salıncağa uygulanan kuvvetle iş yapılır. Bu kuvvetin yaptığı iş kinetik enerjiye dönüşür ve salıncağın hızı artar. Kinetik enerji de daha sonra potansiyel enerjiye dönüşür ve salıncak yükselir. Tekrar kuvvet uygulandığında sahip olduğu kinetik enerjiye kuvvetin yaptığı işin enerjisi eklenir ve artan enerjinin etkisiyle salıncak daha yükseğe çıkar. Uygulanan kuvvet periyodik olarak tekrarlandığından, her defasında salıncağın kinetik enerjisi biraz daha artar. Bu artan kinetik enerjiyle beraber potansiyel enerjisi de artar ve salıncak gittikçe yükselir. Bu durum Şekil 4.17’de formülize edilerek açıklanmaktadır.



**Şekil 4.17. Uygulanan Kuvvet Sonucunda Salıncağın Her Defasında Daha Çok Yükselmesi (Cerit Berber (2008)'den Adapte Edilmiştir)**

Bu soruda bahsi geçen kuvvet, iş ve enerji ilişkileri ontolojik olarak değerlendirildiğinde, işin enerjiye dönüşümü bir süreç içerisinde gerçekleşir ve bu olay kasıtlı olarak gerçekleşmektedir. Dolayısıyla sorunun doğru cevabı süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yerleştirilmektedir. Soruda yer alan doğru cevabın dışındaki diğer seçeneklerin seçilmesiyle, süreç kategorisinin alt kategorileri olan kasıtlı olay kategorisine yanıl yerleştirme, rastgele olay veya işlem kategorisine yanıl yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde “C” seçeneklerinin seçilerek, havanın sürtünmesinden dolayı salıncağın yavaşlayacağı ve dolayısıyla salıncağın her seferinde daha az yükseleceğinin belirtilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay

kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Sorunun birinci ve ikinci bölümünde “B” seçeneklerinin seçilerek, eşit kuvvet uygulandığından her defasında eşit yükseleceği sonucuna varanların, kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Sorunun her iki bölümünde de “D” seçeneğinin işaretlenerek, uygulanan kuvvet sonucunda salıncağın ne kadar yükseleceği hakkında bir yorum yapılamayacağına belirtilmesi de, işlem kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Öğrencilerin bu konu ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de belirtilen kriterlere göre sınıflandırılmıştır. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.28'de gösterilmektedir. Daha sonra öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlıkları belirlenmiş ve bu kavram yanlışlıklarının dayanakları ontolojik açıdan araştırılmıştır.

**Tablo 4.28. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Dokuzuncu Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	5	7	19,23	26,92	5	8	19,23	30,77
<b>Kısmen Anlama</b>	1	3	3,85	11,54	6	7	23,08	26,92
<b>Kavram Yanılgısı</b>	20	16	76,92	61,54	15	11	57,69	42,31
<b>Anlamama</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.28'deki veriler incelendiğinde, her seferinde sabit kuvvet uygulanarak itilen salıncağın gittikçe daha çok yükseleceğini belirten ve bunu iş ve enerji dönüşümü ile açıklayarak, kavramı tam ve doğru anladığını gösteren öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı kontrol grubunda ve deney grubunda ön testte %19,23'tür. Her iki grupta da kavramı doğru anlayan öğrencilerin oranının son testte arttığı görülmektedir. Son testte kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranı kontrol grubunda %26,92'ye, deney grubunda ise %30,77'ye yükselmiştir. Bu soru için, geleneksel yöntemle ve animasyon destekli yöntemle yapılan öğretim sonucunda öğrencilerde

benzer bir gelişme elde edilmiştir. Kavramı kısmen anlayan yani kavramı doğru açıklayan fakat soruyu doğru cevaplayamayan öğrenciler ön testte kontrol grubunda %3,85 oranında, deney grubunda ise %23,08 oranında belirlenmiştir. Kavramı kısmen anlayan deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte olduğu gibi son testte de yüksek çıkmıştır. Deney grubunda kavramı kısmen anlayan öğrencilerin oranı %26,92'ye, kontrol grubunda ise %11,54'e yükselmiştir. Kavram yanılıgısına sahip olan öğrencilerin oranlarına bakıldığında ise, kontrol grubunda kavram yanılıgısına sahip olanların ön testte %76,92 olan oranının, son testte %61,54'e düştüğü görülmektedir. Deney grubuna bakıldığında ise ön testte kavram yanılıgısına sahip olanların oranı %57,59 iken, son testte bu oranın %42,31'e düştüğü görülmektedir. Buradan hareketle deney grubunda, yapılan öğretim sonucunda hala kavram yanılıgısına sahip olanların oranı kontrol grubuna göre daha az bulunmuştur. Kavramı anlamayan öğrenciye ön testte de, son testte de rastlanmamıştır.

KHKKT'nin dokuzuncu sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılıgılarının belirlenmesidir. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılıgıları Tablo 4.29'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.29. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılıgıları**

Kavram Yanılıgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Salıncağa aynı kuvvet uygulandıgından aynı yüksekliğe çıkar.	7	7	26,92	26,92	8	5	30,77	19,23
Havanın sürtünmesinden dolayı salıncak yavaşlar ve her seferinde daha az yükselir.	10	7	38,46	26,92	4	3	15,38	11,54
Salıncağın ne kadar yükseleceği hakkında bir yorum yapılamaz.	3	2	11,54	7,69	3	3	11,54	11,54

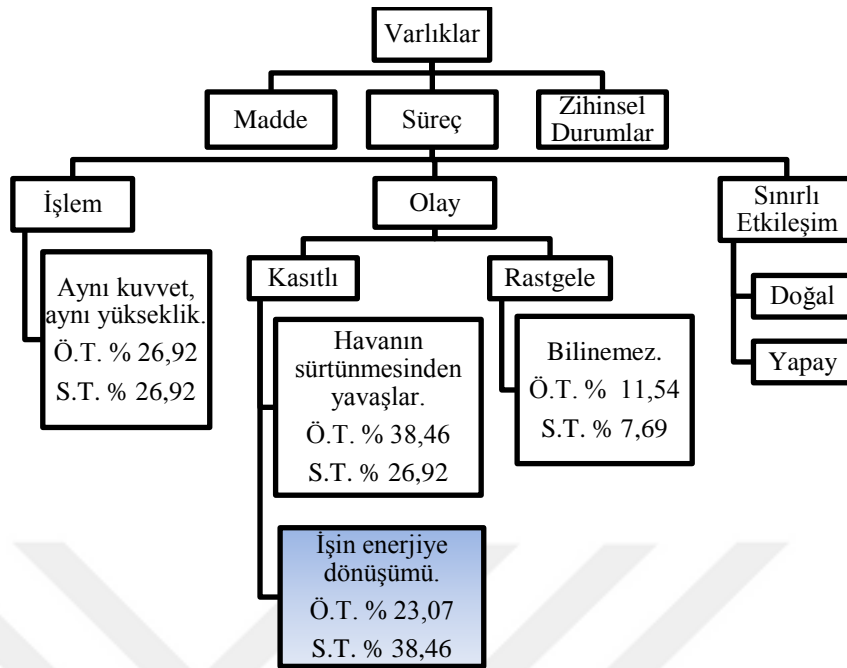
Tablo 4.29 incelendiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte en fazla, deney grubu öğrencilerinin ise ikinci sırada yoğunlaştıkları kavram yanılıgısının “Havanın sürtünmesinden dolayı salıncak yavaşlar ve her seferinde daha az yükselir.” olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu için bu yanılıgının oranı ön testte %38,46, son testte ise %26,92 olarak belirlenmiştir. Deney grubu için ise bu yanılıgının oranı ön testte %15,38, son testte ise %11,54 olarak belirlenmiştir. Her iki grupta da yanılıgının

oranının son testte azaldığı görülmektedir. Havanın sürtünmesinden dolayı salıncağın her seferinde daha az yükseleceği yanılması son testte büyük oranda giderilmiştir.

Deney grubunun ön testte ve son testte en fazla oranda, kontrol grubunun ise ikinci sırada yoğunlaştıkları kavram yanılması “Salıncağa aynı kuvvet uygulandığından aynı yüksekliğe çıkar.” ifadesidir. Bu yanılığa sahip öğrenciler, salıncağa her seferinde eşit kuvvet uygulandığına göre, salıncağın çıkacağı yüksekliğin de aynı olacağını düşünmektedirler. Oysa ki iş-enerji dönüşümüne göre, salıncağın gittikçe yükselecektir. Bu yanılığa sahip öğrencilerin oranı kontrol grubu için ön testte ve son testte %26,92 olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin bu yanılıklarını düzeltmeyi başaramadıkları görülmektedir. Belirlenen yanılmanın oranı deney grubu için ise ön testte %30,77 ve son testte %19,23 olarak bulunmuştur. Deney grubu öğrencileri arasında, sahip oldukları bu yanılığı düzeltebilen öğrenciler olduğu görülmektedir.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin en az oranda sahip oldukları kavram yanılması ise “Salıncağın ne kadar yükseleceği hakkında bir yorum yapılamaz.” ifadesidir. Salıncağın ne kadar yükseleceğinin bilinemeyeceğini ifade eden öğrencilerinin oranı kontrol grubu için ön testte %11,54 ve son testte %7,69 olarak, deney grubu için ise ön testte ve son testte %11,54 olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda yanılmanın oranında düşüş yaşanırken, deney grubunda sabit kalmıştır. Salıncağın yüksekliğinin tesadüfi olarak değişeceğini düşünen öğrencilerin kavram karmaşaları son testte de büyük oranda devam etmiştir.

KHKKT'nin dokuzuncu sorusunun analizinin son aşaması, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte belirlenen kavram yanılıklarının oluşma sebeplerinin ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.18'de kontrol grubu, Şekil 4.19'da ise, deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin dokuzuncu sorusunun ön test ve son testinde belirlenen kavram yanılıklarının ontolojik açıdan incelemesi gösterilmektedir.



**Şekil 4.18. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Dokuzuncu Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin dokuzuncu sorusunda, her seferinde aynı kuvvetle itilen salıncağın alacağı yükseklikle ilgili öğrenci görüşleri sorgulanmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiş ve belirlenen kavram yanılgılarının üç kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten, ikincisi rastgele olay kategorisine ve üçüncüsü ise işlem kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Öğrenciler kasıtlı olay, rastgele olay ve işlem kategorilerinin her birinin altında birer kategori oluşturmuşlardır.

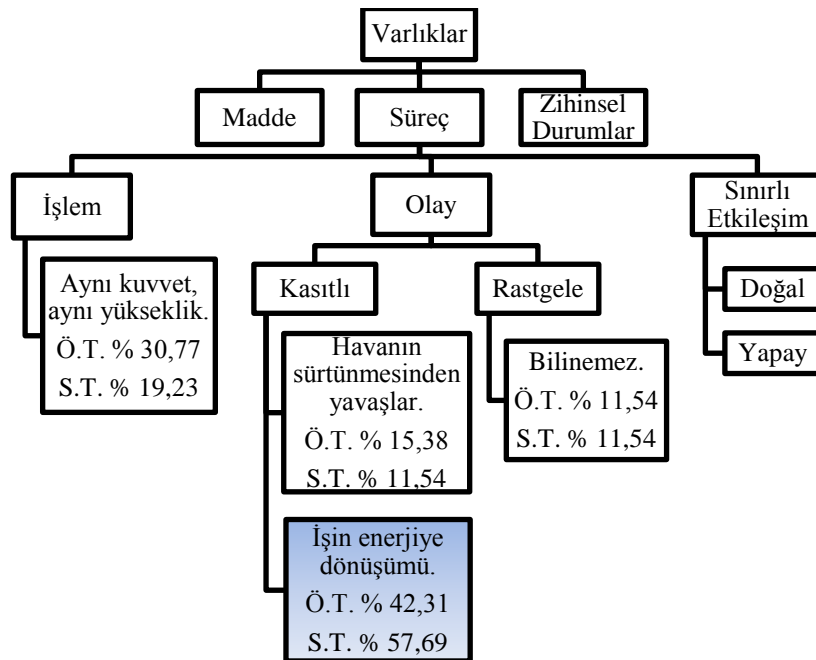
Bu sorunun doğru cevabı, kuvvet, iş ve enerji arasındaki ilişkiye dayanarak, salıncağın her seferinde daha çok yükseleceği şeklinde açıklanmaktadır. Soruda bahsedilen olayı, işin enerjiye dönüşümüyle açıklayarak, kavramı süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine doğru şekilde yerleştiren kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %23,07 iken, son testte %38,46'ya yükselmiştir. Yapılan öğretim sonucunda, kontrol grubunun kavramsal anlama düzeyinde gelişme gözlenmiştir.

Öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılgısının, kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Bu yanılgıya sahip öğrenciler, havanın sürtünmesinden dolayı salıncağın yavaşlayacağını ve her seferinde daha az

yükseleceğini belirtmişlerdir. Kasıtlı olay kategorisi içerisinde yanal kategori oluşturan öğrencilerin oranı ön testte %38,46 iken, son testte bu oran %26,92'ye düşmüştür. Yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan bu kavram yanlışlığının son testte büyük oranda giderildiği görülmüştür. Aynı kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlığının giderilmesi, üst kategoriye yerleştirilenlere oranla daha kolay olmuştur.

Salıncağın ne kadar yükseleceği ile ilgili kesin bir bilgi verilemeyeceğini savunanlar, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirmişlerdir. Bu öğrencilerin oranı kontrol grubunda ön testte %11,54 ve son testte %7,69 olarak bulunmuştur.

Eşit kuvvet uygulandığına göre, salıncak da eşit yüksekliğe ulaşır diyen öğrenciler, salıncığın yüksekliğinin, kuvvetin büyüklüğü ile orantılı olarak değişeceğini savunmuşlardır. Bu sebeple bu şekilde düşünen öğrencilerin, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yerleştirdikleri anlaşılmaktadır. Bu şekilde kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı ön testte ve son testte %26,92 olarak bulunmuştur. Üst ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan bu kavram yanlışlığının son testte düzeltilmesinin başarısız olduğu, oranının aynı kaldığı görülmektedir.



**Şekil 4.19. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Dokuzuncu Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**



Öğrencilerin KHKKT'nin dokuzuncu sorusuna verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiş ve belirlenen kavram yanlışlarının üç kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten, ikincisi rastgele olay kategorisine ve üçüncüsü ise işlem kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Öğrenciler kasıtlı olay, rastgele olay ve işlem kategorilerinin her birinin altında birer kategori oluşturmuşlardır.

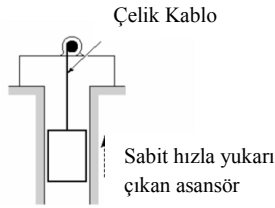
Bu soru, iş ve enerjinin birbirine dönüşümüyle açıklanmakta ve salıncağın her seferinde daha çok yükseleceği sonucuna ulaşılmaktadır. Soruda bahsedilen olayı, işin enerjiye dönüşümüyle açıklayarak, kavramı süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine doğru şekilde yerleştiren deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %42,31 iken, son testte bu oran %57,69'a yükselmiştir. Yapılan öğretim sonucunda, deney grubunun kavramsal anlama düzeyinde gelişme gözlenmiştir.

Kasıtlı olay kategorisinin yanal kategorisinde, havanın sürtünmesinden dolayı salıncağın yavaşlayacağı ve her seferinde daha az yükseleceği kavram yanlışlığı yer almaktadır. Kasıtlı olay kategorisi içerisinde yanal kategori oluşturan öğrencilerin oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür. Yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan bu kavram yanlışlığının oranı son testte azalmıştır.

Salıncağın ne kadar yükseleceği ile ilgili kesin bir bilgi verilemeyeceğini savunanlar, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirmişlerdir. Bu öğrencilerin oranı deney grubunda ön testte ve son testte %11,54 olarak bulunmuştur.

Eşit kuvvet uygulandığına göre, salınacak da eşit yüksekliğe ulaşır diyen öğrenciler, salıncağın yüksekliğinin, kuvvetin büyüklüğü ile orantılı olarak değişeceğini savunmuşlardır. Bu sebeple bu şekilde düşünen öğrencilerin, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yerleştirdikleri anlaşılmaktadır. Bu şekilde kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin ön testteki oranı %30,77 iken, son testteki oranı %19,23'e düşmüştür. Üst ontolojik kategoriye yerleştirilmesine rağmen, deney grubunda yürütülen animasyon destekli öğretim sonucunda, bu yanlışlığın büyük oranda giderilebildiği dikkat çekmektedir.

### 4.3.10. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onuncu Sorusuna Ait Analizler



10.1. Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi bir asansör, çelik halatlarla sabit bir hızda yukarıya doğru çekiliyor. Tüm sürtünme etkileri önemsizdir. Bu durumda asansöre etkiyen kuvvetler için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A. Halat tarafından yukarıya doğru etkiyen kuvvet, aşağıya doğru olan yerçekimi kuvvetinden daha büyüktür.
- B. Halat tarafından yukarıya doğru etkiyen kuvvet, aşağıya doğru etkiyen yerçekimi kuvvetine eşittir.\*
- C. Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru olan yer çekimi kuvvetinden daha küçüktür.
- D. Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru etkiyen yerçekimi kuvvetiyle, aşağı doğru olan hava basınç kuvvetinin toplamından daha büyüktür.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

10. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Asansör sabit hızla hareket ettiği için halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru olan yer çekimi kuvvetine eşittir. (Süreç → İşlem)\*
- B. Asansör yukarı doğru hareket ettiği için halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru olan yer çekimi kuvvetinden büyüktür. (Süreç → İşlem)
- C. Asansörün hızı artmadığına göre, aşağı doğru olan yer çekimi kuvveti, halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvetten büyüktür. (Süreç → İşlem)
- D. Asansör yukarı çıkarken havayı sıkıştırır, ve bu sıkışan hava aşağıya doğru basınç uygular. Asansör yukarı doğru hareket ettiği için, halat tarafından yukarıya doğru etkiyen kuvvet, aşağıya doğru olan yer çekimi kuvveti ve hava basınç kuvvetinin toplamından daha büyüktür. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

KHKKT'nin onuncu sorusunda, sabit hızla hareket etmekte olan asansöre etkiyen kuvvetlerin neler olduğu ve bunlar arasındaki ilişkinin nasıl yorumlanacağı sorulmaktadır. Cismin hareket ettiği yöne doğru net kuvvet uygulandığı görüşü öğrenciler arasında sıklıkla karşılaşılan kavram yanlışlarından bir tanesidir. Asansörün hızı artmadığına göre, aşağı doğru olan yerçekimi kuvvetinin yukarıya doğru olan kuvvetten daha büyük olduğu görüşü sıklıkla karşılaşılan bir diğer kavram yanlışlığıdır. KHKKT'nin onuncu sorusu, onbirinci sorusunda olduğu gibi Newton'un 2. hareket yasası olan dinamiğin temel prensibiyle ilgilidir. Bu kanuna göre, cisme etkiyen net kuvvet sıfırsa, cisim hareketsiz ise hareketsiz olarak kalır, hareketli ise sabit hızla hareketini sürdürür. Cisme etkiyen net kuvvet sıfırdan farklıysa ve bu kuvvet hareket yönünde ise cisim düzgün hızlanan, harekete zıt yönde ise düzgün yavaşlayan hareket yapar. Soruda asansörün sabit hızla hareket ettiği belirtildiğine göre, asansöre etkiyen net kuvvetin sıfır olduğu sonucuna varılır. Buna göre, aşağıya doğru etki eden yerçekimi kuvveti ile yukarıya doğru etkiyen halat gerilim kuvveti birbirine eşittir. Sorunun doğru cevabı birinci bölümde "B" ve ikinci bölümde "A" seçeneklerinde verilmiştir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kuvvet ve hareketle ilgili kavramın süreç kategorisinin işlem alt kategorisine doğru bir şekilde yerleştirildiğini göstermektedir.

Bu soruya verilen diğer cevaplar analiz edildiğinde, işlem kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışları da belirlenebilmektedir. Örneğin asansör yukarıya doğru hareket ettiği için, asansöre etkiyen yukarı yönlü kuvvetin aşağı yönlü kuvvetten daha büyük olduğunun belirtilmesi öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanlışlarından bir tanesidir. Bu şekilde düşünerek, sorunun birinci bölümünde "A" ve ikinci bölümünde "B" seçeneğini seçen ve halatın uyguladığı kuvvetin yerçekimi kuvvetinden daha büyük olduğunu belirten öğrencilerin, süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlığına sahip oldukları belirlenmektedir.

Asansörün hızı artmadığında göre, asansör yukarı hareket ederken, hareketi engelleyici kuvvet olan yerçekimi kuvvetinin halatın uyguladığı gerilimden daha büyük olduğunun belirtilmesi öğrencilerin sahip olabileceği kavram yanlışlarının bir diğeridir. Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "C" seçeneklerinin işaretlenerek, yerçekimi kuvvetinin daha büyük olduğunun belirtilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem

kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığının varlığını göstermektedir.

"Hareket net kuvvetin yönünde olur" şeklinde düşünceye sahip öğrenciler sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "D" seçeneğini seçebilmektedirler. Soruda belirtilen durumun, halatın uyguladığı kuvvetin, yerçekimi kuvveti ve havanın basınç kuvvetinin toplamından daha büyük olduğu şeklinde açıklanması, bu kavram yanılığının süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yanlış yerleştirildiğini göstermektedir. Öğrencilerin konu ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de belirtilen kriterlere göre sınıflandırılmıştır. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.30'da gösterilmektedir. Daha sonra öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenmiş ve bu kavram yanılgılarının dayanakları ontolojik açıdan araştırılmıştır.

**Tablo 4.30. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onuncu Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	4	4	15,38	15,38	4	9	15,38	34,62
<b>Kısmen Anlama</b>	4	5	15,38	19,23	4	3	15,38	11,54
<b>Kavram Yanılıgı</b>	18	15	69,23	57,69	17	13	65,38	50
<b>Anlamama</b>	0	2	0	7,69	1	1	3,85	3,85

Tablo 4.30'daki veriler incelendiğinde, sabit hızla hareket eden asansöre etkiyen net kuvvetin sıfır olduğu ile ilgili kavramı tam ve doğru anlayan öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı kontrol ve deney gruplarında ön testte %15,38 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranı son testte değişmezken, deney grubundaki öğrencilerin oranının %34,62'ye yükseldiği görülmektedir. Kavramı kısmen anlayan öğrencilerin oranı da ön testte kontrol ve deney grubunda %15,38'dir. Kavramı kısmen anlayan kontrol grubu öğrencilerinin oranı son testte %19,23'e yükselmiş, deney grubunda ise %11,54'e düşmüştür. Bu konu ile ilgili kavram yanılıgına sahip olanların oranı ise kontrol grubunda ön testte %69,23, son testte ise %57,69 olarak bulunmuştur. Deney grubunda kavram yanılıgına sahip olanların oranı ise ön testte %65,38 iken, son testte bu oran

%50'ye düşmüştür. Bu soru ile ilgili öğrencilerin kavram öğrenimi konusunda deney grubunda daha büyük bir başarı sağlanmıştır. Deney grubunda kavramı tam anlayan öğrencilerin oranı artmış ve kavram yanılığine sahip öğrencilerin oranı azalmıştır. Dolayısıyla animasyon destekli öğretim yönteminin, öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerini, geleneksel öğretime göre daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Kavramı anlayamayan kontrol grubu öğrencisi ön testte bulunmazken, son testte %7,69 oranında belirlenmiştir. Deney grubunda ise ön testte ve son testte %3,85 oranında kavramı anlamayan öğrenci bulunmaktadır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onuncu sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılığlarının belirlenmesidir. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılığları Tablo 4.31'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.31. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılığları**

Kavram Yanılığı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Asansör yukarı doğru hareket ettiği için halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru olan yer çekimi kuvvetinden büyüktür.	7	8	26,92	30,77	7	5	26,92	19,23
Asansörün hızı artmadığına göre, aşağı doğru olan yer çekimi kuvveti, halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvetten büyüktür.	4	2	15,38	7,69	6	3	23,08	11,54
Asansör yukarı çıkarken havayı sıkıştırır ve bu sıkışan hava aşağıya doğru basınç uygular. Asansör yukarı doğru hareket ettiği için, halat tarafından yukarıya doğru etkiyen kuvvet, aşağıya doğru olan yer çekimi kuvveti ve hava basınç kuvvetinin toplamından daha büyüktür.	6	5	23,08	19,23	4	5	15,38	19,23
Yukarıya çıktıkça, uygulanan kuvvet artar.	1	0	3,85	0	0	0	0	0

Tablo 4.31 incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanılığının "Asansör yukarı doğru hareket ettiği için halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru olan yer çekimi kuvvetinden büyüktür." ifadesi olduğu görülmektedir. Bu yanılığa sahip öğrencilerde, "hareket eden cisme, hareket yönünde kuvvet etkimelidir" görüşünün hakim olduğu anlaşılmaktadır. Bu yanılığın oranı ön testte kontrol grubunda ve deney grubunda

%26,92 olarak belirlenmiştir. Son testte bu yanılıya sahip öğrencilerin oranı deney grubunda azalırken, kontrol grubunda artmıştır. Kontrol grubundaki öğrencilerin %30,77'sinin, deney grubundaki öğrencilerin ise %19,23'ünün son testte bu yanılığı devam etmektedir.

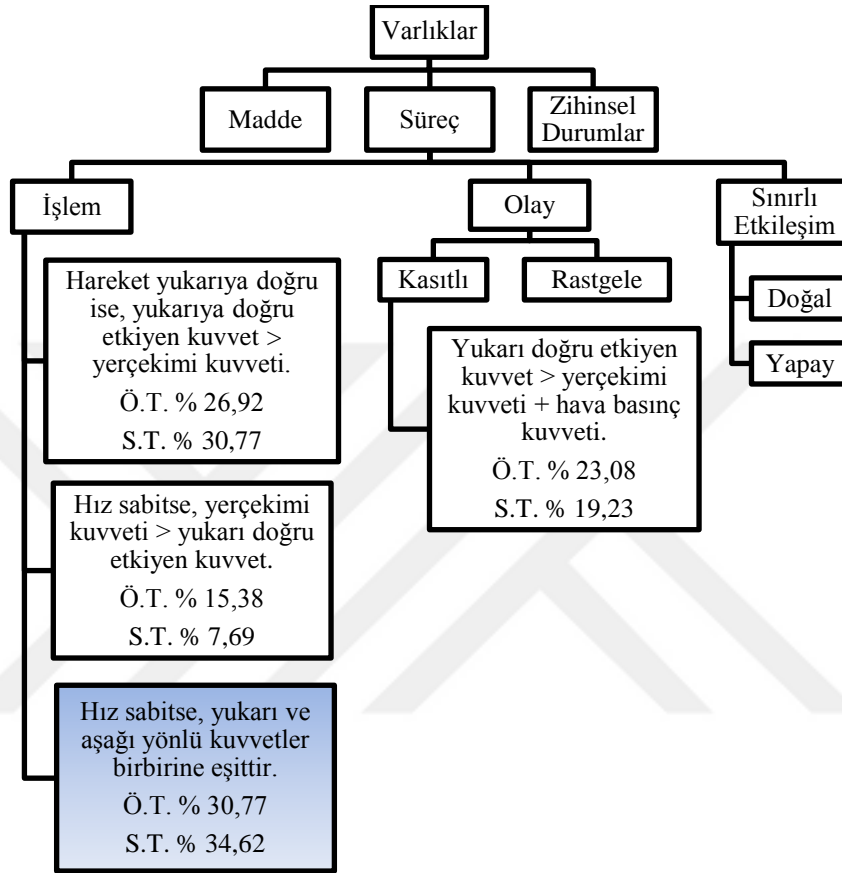
Kontrol grubunun ikinci sırada, deney grubunun ise üçüncü sırada sahip oldukları kavram yanılığı "Asansör yukarı çıkarken havayı sıkıştırır ve bu sıkışan hava aşağıya doğru basınç uygular. Asansör yukarı doğru hareket ettiği için, halat tarafından yukarıya doğru etkiyen kuvvet, aşağıya doğru olan yer çekimi kuvveti ve hava basınç kuvvetinin toplamından daha büyüktür." ifadesidir. Bu yanılıya sahip öğrenciler, halatın gerilim kuvveti ve asansöre uygulanan yer çekimi kuvvetinin yanı sıra havanın basınç kuvvetini de düşünerek soruyu cevaplamaya çalışmışlar ve hareket yönünde etkiyen kuvvetin diğer kuvvetlerin toplamından daha büyük olduğunu iddia etmişlerdir. Bu şekilde yanılıya sahip öğrencilerin oranı ön testte kontrol grubu için %23,08 ve deney grubu için %15,38 olarak belirlenmiştir. Son testte bu yanılıya sahip öğrencilerin oranının kontrol grubunda azalması, deney grubunda ise artması dikkat çeken bir sonuç olmuştur. Her iki grupta da son testte bu yanılığın oranının %19,23 olarak bulunmuştur.

Ön testte deney grubunda ikinci sırada, kontrol grubunda ise üçüncü sırada belirlenen kavram yanılığı ise "Asansörün hızı artmadığına göre, aşağı doğru olan yer çekimi kuvveti, halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvetten büyüktür." olmuştur. Bu yanılığın oranı ön testte kontrol grubu için %15,38, deney grubu için ise %23,08 olarak bulunmuştur. Bu yanılıya sahip öğrencilerin oranı son testte iki grupta da azalmıştır. Kontrol grubunda %7,69 seviyesine, deney grubunda ise %11,54 seviyesine düşmüştür.

Kontrol grubunda bir öğrencinin (%3,85) ön testte kendi ifadesiyle açıkladığı "Yukarıya çıktıkça, uygulanan kuvvet artar." şeklindeki kavram yanılığı ise bu soruda belirlenen son kavram yanılığı olmuştur. Yapılan öğretim sonucunda bu yanılığın giderildiği görülmüştür.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onuncu sorusunun analizi sırasında yapılan son işlem ise, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte belirlenen kavram yanılığlarının oluşma sebeplerinin ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.20'de kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.21'de ise deney grubu öğrencilerinin

KHKKT'nin onuncu sorusunun ön test ve son testinde belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelemesi gösterilmektedir.



**Şekil 4.20. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onuncu Sorusundaki Kavram Yanlışlarının Ontolojik İncelemesi**

Sabit hızla hareket etmekte olan asansöre etkiyen kuvvetler arasındaki ilişkinin sorulduğu bu soruda, belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinden iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, halatın uyguladığı kuvvet ile yerçekimi kuvvetinin farklı şekilde karşılaştırılmalarına dayanan ve süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulan yanıl kategorilerdir. İkincisi ise, asansörün hareketi sırasında sıkışan havanın basınç uygulayarak hareketi etkileyeceğinin savunulduğu, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığıdır.

Şekil 4.20 incelendiğinde, sabit hızla hareket etmekte olan cisme etkiyen yukarı ve aşağı yönlü kuvvetlerin birbirine eşit olduğunu belirterek, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine doğru şekilde yerleştirebilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %30,77 ve son testte %34,62 olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin sahip oldukları yanlışlar en fazla oranda, yukarı yönlü harekete sebep olan yukarı yönlü net kuvvet olduğunu düşünmekten kaynaklanmaktadır. Yukarı yönlü hareketin, yukarı yönlü net kuvvetle açıklandığı kavram yanlışlığı süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanal yerleştirme sonucu oluşmuştur. Bu kavram yanlışlığının oranı kontrol grubu için ön testte %26,92 ve son testte %30,77 olarak bulunmuştur. Belirlenen kavram yanlışlığının son testte artması, öğrencilerde sık karşılaşılan bu yanlışlığın giderilmesi için kontrol grubunda özel bir çalışma yapılmamasıyla açıklanabilmektedir. Öğrencilerin, net kuvvet ile hareket yönü arasındaki ilişkiyi zihinlerinde eksik şekillendirdikleri görülmektedir. Öğrencilerin zihinlerinde var olan kategorilerin değiştirilmesi amacıyla özel bir çalışma yapılmadığı takdirde, kavramın mevcut kategori içine tekrar yerleştirildiği söylenebilmektedir. Öğrencilerin yoğun şekilde bağlandıkları kavram yanlışlarından uzaklaşabilmeleri için geleneksel yöntemlerin dışında farklı öğretim yöntemlerinin uygulanması gerekebilmektedir.

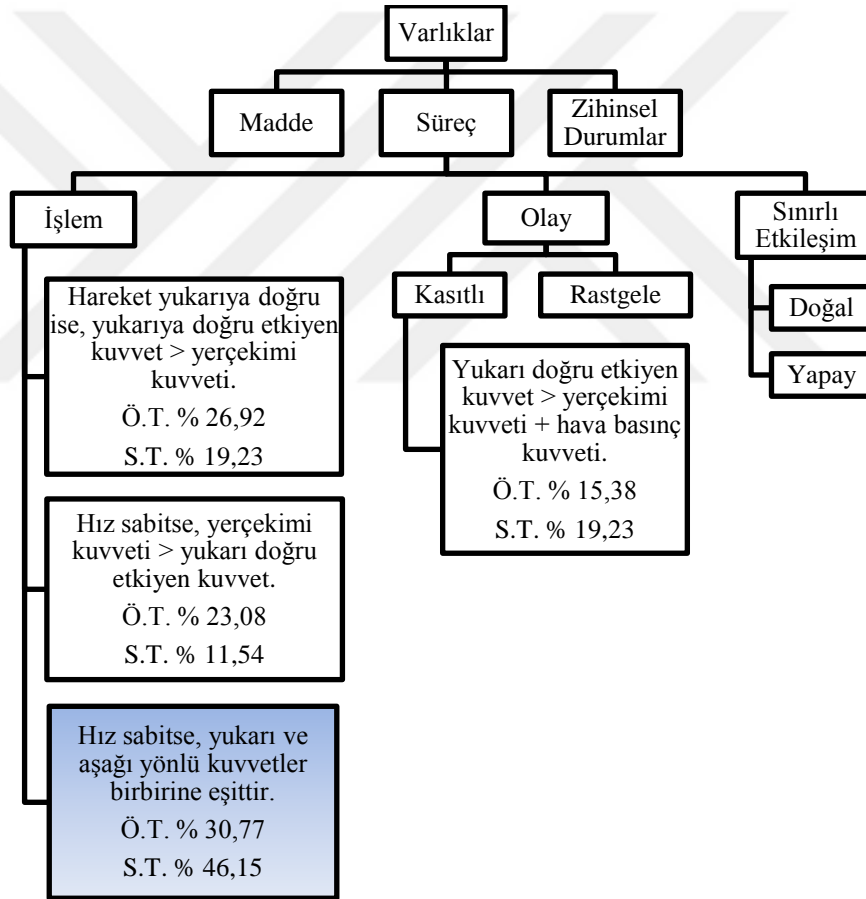
Süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulan son yanal kategori ise, yerçekimi kuvvetinin, yukarı yönlü kuvvetten daha büyük olduğunun belirtildiği kavram yanlışlığıdır. Bu yanlışlıkta öğrenciler, hızın sabit olma durumunu, yerçekimi kuvvetinin daha büyük olması gerektiği ile açıklamışlardır. Bu yanlışlık, öğrenciler arasında en az rastlanan yanlışlık olmakla birlikte, son testte büyük oranda giderildiği gözlenmiştir. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrenci oranı ön testte %15,38 olarak belirlenirken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür.

Üst ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlığında ise, asansörün hareketi sırasında sıkışan havanın basınç uygulayarak hareketi etkileyeceği savunulmaktadır. Bu yanlışlık, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Yukarı yönlü kuvvetin, aşağı yönlü olan yerçekimi kuvveti ve havanın basınç kuvvetinin toplamından daha büyük olması



gerektiğini savunan öğrencilerin oranı ön testte %23,08 olarak belirlenirken, son testte bu oran %19,23'e düşmüştür.

Kontrol grubunun sahip oldukları kavram yanılığı oranlarının son testteki değişimlerine genel olarak bakıldığında, bir kategori hariç diğer kategorilerin oranlarında azalma olduğu ve öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerinde gelişme olduğu söylenebilmektedir. İki grubun sonuçları karşılaştırıldığında, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubunda, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubuna kıyasla, öğrencilerin kavramsal öğrenme düzeylerinde daha az gelişme sağlandığı sonucuna ulaşılmaktadır.



**Şekil 4.21. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onuncu Sorusundaki Kavram Yanılıklarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin onuncu sorusunda belirlenen kavram yanılıklarının ontoloji temelinde iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, halatın uyguladığı kuvvet ile yerçekimi kuvvetinin farklı şekilde karşılaştırılmalarına dayanan ve süreç kategorisinin alt

kategorilerinden biri olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulan yanıl kategorilerdir. İkincisi ise, asansörün hareketi sırasında sıkışan havanın basınç uygulayarak hareketi etkileyeceğinin savunulduğu, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığıdır.

Şekil 4.21 incelendiğinde, sabit hızla hareket etmekte olan cisme etkiyen yukarı ve aşağı yönlü kuvvetlerin birbirine eşit olduğunu belirterek, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine doğru şekilde yerleştirebilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %30,77 iken, son testte bu oran %46,15'e yükselmiştir. Animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda, öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerinde büyük bir artış olduğu gözlenmiştir.

Öğrencilerin sahip oldukları yanılıklar en fazla oranda, yukarı yönlü hareketi, yukarı yönlü net kuvvetle ilişkilendirmekten kaynaklanmaktadır. Süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanıl yerleştirme sonucu oluşan bu yanılığın oranı, deney grubu için ön testte %26,92 olarak belirlenirken, son testte bu oran %19,23'e düşmüştür. Belirlenen kavram yanılığının son testte azalma sebebi, bu yanılığın giderilebilmesi amacıyla özel olarak hazırlanan animasyonların deney grubunda uygulanmış olması ile açıklanabilir. Bu animasyonları izleyerek öğrenciler, farklı türdeki hareketlerde etkiyen net kuvvetleri, yönleriyle beraber karşılaştırma ve sonuca varma imkanı bulmuşlardır.

Süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulan son yanıl kategori ise, yerçekimi kuvvetinin, yukarı yönlü kuvvetten daha büyük olduğunun belirtildiği kavram yanılığıdır. Bu yanılığında öğrenciler, hızın sabit olma durumunu, yerçekimi kuvvetinin daha büyük olması gerektiği ile açıklamışlardır. Bu kavram yanılığına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %23,08 olarak belirlenirken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür. Kavramı yanıl kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan bu yanılığın, son testte büyük oranda giderildiği gözlenmiştir.

Öğrencilerin en az oranda sahip oldukları kavram yanılığı ise, üst ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan, asansörün hareketi sırasında sıkışan havanın basınç uygulayarak hareketi etkileyeceği görüşüdür. Bu yanılığ, süreç kategorisinin alt

kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Yukarı yönlü kuvvetin, aşağı yönlü olan yerçekimi kuvveti ve havanın basınç kuvvetinin toplamından daha büyük olması gerektiğini savunan öğrencilerin oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %19,23'e yükselmiştir. Öğrencilerin, üst ontolojik kategoriye yerleştirdikleri bu kavram yanılığını gidermeyi başaramadıkları gözlenmiştir.

Deney grubunun sahip oldukları kavram yanılığı oranlarının son testteki değişimlerine genel olarak bakıldığında, bir kategori hariç diğer kategorilerin oranlarında azalma olduğu ve öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerinde gelişme olduğu söylenebilmektedir. İki grubun sonuçları karşılaştırıldığında, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubuna oranla, öğrencilerin kavramsal öğrenme düzeylerinde daha fazla gelişme sağlandığı sonucuna ulaşılmaktadır.

#### 4.3.11. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onbirinci Sorusuna Ait Analizler

11. 1. Yavaşlamakta olan bir cisim için, aşağıdaki yargılardan hangisine varılabilir?

- A. Cismin içsel kuvvetinde bir azalma olması gerekir.
- B. Cismi ileriye doğru iten veya çeken kuvvetin azalması gerekir.
- C. Cismin yavaşlamasına neden olan, harekete karşı koyan kuvvetin artması gerekir.
- D. Cismin hareketine engel olan kuvvetin, cismi ileriye iten veya çeken kuvvetlerin toplamından daha büyük olması gerekir.\*
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

11. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Hareket eden cisimler içsel bir kuvvete sahiptirler. Cisim yavaşladığına göre bu içsel kuvveti azalıyor demektir. (Madde → Doğal Tür → Cansız)
- B. Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketini sağlayan kuvvet azalıyor demektir. (Süreç → İşlem)
- C. Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketine karşı koyan kuvvet artıyor demektir. (Süreç → İşlem)
- D. Eğer cisim yavaşlıyorsa, harekete engel olan kuvvetin, hareket yönünde olan itme ve çekme kuvvetlerinin toplamından büyüktür demektir. (Süreç → İşlem)\*
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onbir numaralı sorusunda bir cismin yavaşladığı bilindiğine göre, ona etkiyen kuvvetler hakkında ne söylenebileceği sorulmaktadır. Bir cismin yavaşlamasına sebep olarak, hareket yönünde etkiyen kuvvetin azalması veya harekete karşı koyan kuvvetin artmasının gösterilmesi öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanlışlarındandır. Bir diğer kavram yanlışlığı ise; hareket eden cisimlerin içsel bir kuvvete sahip olduğunun düşünülmesi ve bu içsel kuvvetin azalmasıyla da cismin yavaşladığının ifade edilmesidir. Öğrencilerin bu kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları bu soru ile ölçülmeye çalışılmaktadır. Soruda cismin düzgün yavaşlayan hareket yaptığı belirtildiğine göre, harekete engel olan kuvvet, hareket yönünde olan itme veya çekme kuvvetlerinin toplamından

büyük, yani net kuvvet sabit ve harekete zıt yöndedir. Öğrencilerin yavaşlayan bir cisme etki eden kuvvetlerle ilgili kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları araştırılmıştır.

Newton'un 2. hareket yasasına göre, bir cisme etkiyen net kuvvet sıfır ise, cisim hareketsiz ise hareketsiz olarak kalır, hareketli ise sabit hızla hareketini sürdürür. Cisme etkiyen net kuvvet sıfırdan farklıysa ve bu kuvvet hareket yönünde ise cisim düzgün hızlanan, harekete zıt yönde ise düzgün yavaşlayan hareket yapar. Soruda cismin düzgün yavaşlayan hareket yapmakta olduğu belirtildiğine göre, harekete engel olan kuvvetin, hareket yönünde olan itme veya çekme kuvvetlerinin toplamından büyük olduğu söylenebilmektedir, yani net kuvvet sabit ve harekete zıt yöndedir. Dolayısıyla bu sorunun doğru cevabı birinci bölümde "D" seçeneği ve bunun gerekçesi olan ikinci bölümde de "D" seçeneğidir. Sorunun bu şekilde cevaplanarak, cismin yavaşlamasının net kuvvetle ilişkilendirilmesi, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine doğru yerleştirildiğini göstermektedir.

Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "B" seçeneklerinin işaretlenmesi ve cismin yavaşlamasının sebebinin, cisme hareket yönünde etkiyen kuvvetin azalması şeklinde açıklanması, süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir.

Öğrenciler arasında sık karşılaşılan bir diğer kavram yanlışlığı da, cismin yavaşlamasının sebebi olarak harekete karşı koyan kuvvetin arttığının düşünülmesidir. Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "C" seçeneğini seçen öğrencilerin bu kavram yanlışlığına sahip oldukları belirlenmektedir. Bu durum kavramın süreç ontolojik kategorisinin işlem alt kategorisine yanal yerleştirilmesiyle açıklanmaktadır.

Bu soruda işlem kategorisine yanal yerleştirmeye oluşan kavram yanlışlarının haricinde, madde kategorisine yerleştirmeye oluşan kavram yanlışları da belirlenebilmektedir. Hareket eden cisimlerin içsel bir kuvvete sahip olduğunun ve yavaşlamasının sebebinin sahip olduğu içsel kuvvetteki azalmayla açıklanması, kavramın madde kategorisine yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanlışlığına sahip olduğunu göstermektedir. Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "A" seçeneklerinin işaretlenmesi, madde kategorisinin cansız doğal tür alt kategorisine yanlış yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir.

Öğrencilerin bu konu ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de belirtilen kriterlere göre sınıflandırılmıştır. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.32'de gösterilmektedir. Daha sonra öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiş ve bu kavram yanlışlarının dayanakları ontolojik açıdan araştırılmıştır.

**Tablo 4.32. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onbirinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Tam Anlama	1	2	3,85	7,69	1	3	3,85	11,54
Kısmen Anlama	1	3	3,85	11,54	3	1	11,54	3,85
Kavram Yanılgısı	24	21	92,31	80,77	22	21	84,62	80,77
Anlamama	0	0	0	0	0	1	0	3,85

Tablo 4.32'de, öğrencilerin yavaşlayan bir cisme etkiyen kuvvetlerle ilgili ön test ve son testteki kavramsal anlama düzeylerini gösterilmektedir. Bu tablolara göre her iki grupta da ön testte kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranı %3,85 olarak belirlenmiştir. Son testte kavramı tam ve doğru anlayanların oranı kontrol grubunda %7,69'a, deney grubunda ise %11,54'e yükselmiştir. Kavramsal öğrenme açısından deney grubunda kontrol grubuna oranla daha fazla gelişim gözlenmiştir. Bunun yanında, her iki grupta da son testte hedeflenen oranda değişimin gerçekleşmediği ve yanlışların büyük çoğunluğunun uygulama sonunda da devam ettiği görülmüştür. Kavramı kısmen anlayan öğrencilerin oranının kontrol grubunda arttığı, deney grubunda ise azaldığı fark edilmektedir. Kavramı kısmen anlama düzeyinde olan kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu oran %11,54'e yükselmiştir. Deney grubunda ise kavramı kısmen anlama düzeyinde olan öğrencilerin oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %3,85'e düşmüştür. Her iki grupta da öğrencilerin büyük çoğunluğunun uygulamadan önce ve uygulama sonunda yanlış içerisinde olması dikkat çeken sonuçlar arasında olmuştur. Uygulamadan önce kontrol grubu öğrencilerinin %92,31'inin ve deney grubu öğrencilerinin %84,62'sinin kavram yanlışına sahip oldukları belirlenmiştir. Uygulama sonunda yapılan son testte ise kavram yanlışına sahip öğrencilerinin oranının kontrol grubunda ve deney grubunda

%80,77 seviyesine düştüğü belirlenmiştir. Sahip olunan kavram yanlışlarının giderilmesinde kontrol grubunda daha fazla gelişme gözlenmiştir. Buna rağmen her iki grubun kavram karmaşasının uygulama sonunda da büyük oranda devam ettiği belirlenmiştir. Kavramı anlayamayan kontrol grubu öğrencisine ön testte ve son testte rastlanmazken, deney grubunda son testte %3,85 oranında rastlanmıştır. Bu soruda belirlenen kavram yanlışlarının giderilmesinde, animasyon destekli öğretim ile geleneksel öğretim arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onbirinci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 4.33'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.33. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onbirinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanlışlığı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Hareket eden cisimler içsel bir kuvvete sahiptirler. Cisim yavaşladığına göre bu içsel kuvveti azalıyor demektir.	11	5	42,31	19,23	5	6	19,23	23,08
Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketini sağlayan kuvvet azalıyor demektir.	9	12	34,62	46,15	10	10	38,46	38,46
Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketine karşı koyan kuvvet artıyor demektir.	4	4	15,38	15,38	7	4	26,92	15,38
Cisme etki eden sürtünme kuvveti artar.	0	0	0	0	0	1	0	3,85

Tablo 4.33 incelendiğinde, ön testte kontrol grubu öğrencilerinin en fazla oranda, deney grubu öğrencilerinin ise ikinci sırada yoğunlaştıkları kavram yanlışlığının "Hareket eden cisimler içsel bir kuvvete sahiptirler. Cisim yavaşladığına göre bu içsel kuvveti azalıyor demektir." olduğu görülmektedir. Bu yanlışlığın oranı kontrol grubu için ön testte %42,31 iken, son testte bu oran %19,23'e düşmüştür. Yapılan uygulama ile kontrol grubunda bu kavram yanlışlığı büyük oranda giderilmiştir. Deney grubunda ise bu yanlışlığın oranı ön testte %19,23 olarak belirlenirken, son testte bu oran %23,08'e yükselmiştir. Deney grubunda bu yanlışlığı giderilememiştir.

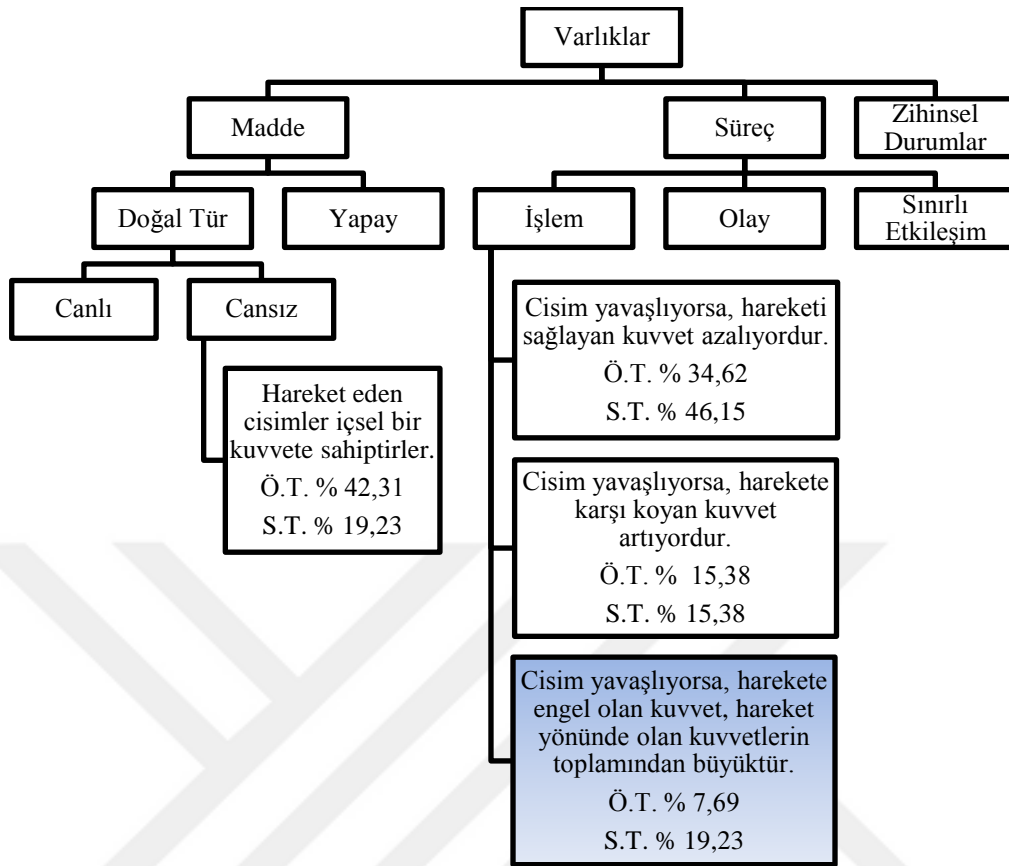
Deney grubunun ön test ve son testte, kontrol grubunun ise son testte en yüksek oranda sahip olduğu kavram yanılması "Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketini sağlayan kuvvet azalıyor demektir." ifadesidir. Bu yanılmanın oranı deney grubunda ön testte ve son testte %38,46 seviyesinde sabit kalmıştır. Kontrol grubunda ise bu yanılmanın oranının son testte arttığı gözlenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin %34,62'sinin ön testte, %46,15'inin ise son testte bu yanılıya sahip oldukları belirlenmiştir.

Üçüncü sırada belirlenen kavram yanılması ise "Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketine karşı koyan kuvvet artıyor demektir." ifadesidir. Kontrol grubu öğrencilerinin %15,38'inin ön testte ve son testte bu yanılıya sahip oldukları belirlenmiştir. Deney grubunda ise yapılan öğretim sonucunda, bu yanılmanın belli oranda giderildiği gözlenmiştir. Bu yanılmanın oranı deney grubu için ön testte %26,92 iken, son testte %15,38 seviyesine düşmüştür.

Deney grubunda bir öğrencinin (%3,85) son testte kendi ifadesiyle açıkladığı "Cisme etki eden sürtünme kuvveti artar." şeklindeki kavram yanılmasına sahip olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise bu şekilde bir kavram yanılmasına rastlanmamıştır.

KHKKT'nin onbirinci sorusunun analizi sırasında yapılan son işlem ise, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte belirlenen kavram yanılılarının oluşma sebeplerinin ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.22'de kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.23'te ise deney grubu öğrencilerinin bu soruda belirlenen kavram yanılılarının ontolojik açıdan incelemesi gösterilmektedir.





**Şekil 4.22. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onbirinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Kontrol grubu öğrencilerinin KHKKT'nin onbirinci sorusuna verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelendiğinde, belirlenen kavram yanılgılarının iki kaynağına rastlanmıştır. Birincisi, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisinde oluşturulan iki farklı kategoriye yanıl yerleştirmekten, ikincisi ise madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan cansız doğal tür kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır.

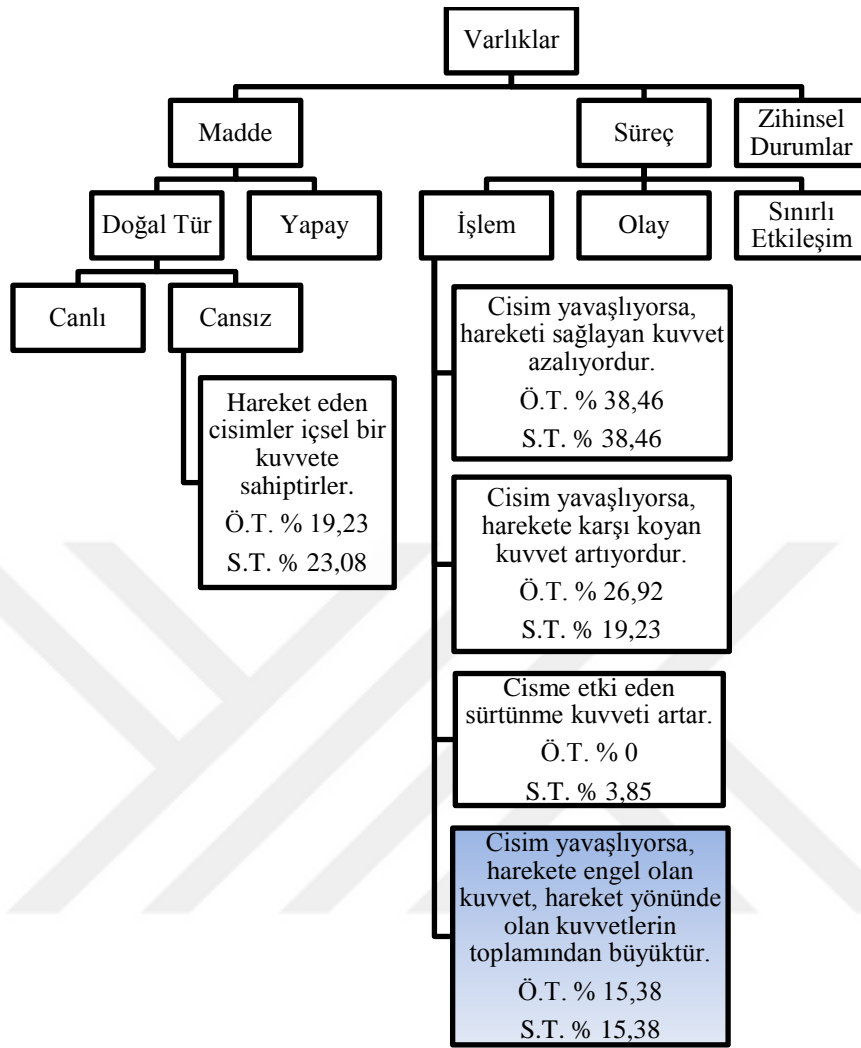
Soruya verilen cevabın gerekçesini "Cisim yavaşlıyorsa, harekete engel olan kuvvet, hareket yönünde olan kuvvetlerin toplamından büyüktür" şeklinde açıklayarak, kavramı işlem kategorisine doğru şekilde yerleştiren kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %7,69 ve son testte %19,23 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal öğrenme düzeylerinde gelişim yaşanmıştır.

Kontrol grubu öğrencilerinin en fazla oranda yanılıya düştükleri ifade ise "Hareket eden cisimler içsel bir kuvvete sahiptirler." olmuştur. Öğrencilerin, hareket eden

nesnelerin içsel bir kuvvete sahip olduğu yönündeki düşünceleri, kuvvet kavramına maddesel özellik aktardıklarını göstermektedir. Kavramın, üst ontolojik kategori olan madde kategorisinin cansız doğal tür alt kategorisine yanlış yerleştirilmesiyle bu yanlış oluşmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin %42,31'inin ön testte, %19,23'ünün ise son testte bu yanılgıya sahip oldukları belirlenmiştir. Bu yanılığın son testte büyük oranda düzeltilmesi dikkat çeken bir sonuç olmuştur.

Kontrol grubu için ikinci sırada belirlenen kavram yanılığı "Cisim yavaşlıyorsa, hareketi sağlayan kuvvet azalıyordur." şeklindedir. Öğrenciler bu yanılığı son testte gidermeyi başaramamışlar, aksine yanılığın oranı son testte artmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin %34,62'sinin ön testte, %46,15'inin ise son testte, işlem kategorisine yanıl yerleştirmekten kaynaklanan bu yanılgıya sahip oldukları belirlenmiştir.

Üçüncü sırada sahip olunan kavram yanılığı ise "Cisim yavaşlıyorsa, harekete karşı koyan kuvvet artıyordur." ifadesidir. Bu yanılığ da, kavramın işlem kategorisine yanıl yerleştirilmesi sonucu oluşmuştur. Öğrencilerin %15,38'inin ön testte ve son testte bu yanılgıya sahip oldukları belirlenmiştir. Yapılan öğretim sonucunda yanılığ giderilememiştir.



**Şekil 4.23. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onbirinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Deney grubu öğrencilerinin KHKKT'nin onbirinci sorusuna verdikleri cevaplar ontolojik açıdan incelendiğinde, belirlenen kavram yanılgılarının iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan birincisi, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yanal yerleştirmeye oluşan, ikincisi ise madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan cansız doğal tür kategorisine yerleştirmeye oluşan kavram yanılgılarıdır. Öğrencilerin kavram yanılgıları, işlem kategorisindeki üç farklı kategoriden birine veya cansız doğal madde kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır.

Soruya verilen cevabın gerekçesini "Cisim yavaşlıyorsa, harekete engel olan kuvvet, hareket yönünde olan kuvvetlerin toplamından büyüktür" şeklinde açıklayarak, kavramı

işlem kategorisine doğru şekilde yerleştiren deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte ve son testte %15,38 olarak bulunmuştur. Bu soruda, deney grubu öğrencilerinin kavramsal öğrenme düzeylerinde son testte değişim yaşanmamıştır.

Deney grubu öğrencilerinin en fazla oranda yanlışya düştükleri ifade, işlem kategorisine yanıl olarak yerleştirilen, "Cisim yavaşlıyorsa, hareketi sağlayan kuvvet azalıyor." ifadesidir. Bu yanlışya sahip öğrencilerin oranı ön testte ve son testte %38,46 olarak bulunmuştur. Deney grubu öğrencilerinin bu yanlışlarını düzeltmeyi başaramadıkları gözlenmiştir.

Deney grubu için ikinci sırada sahip olunan kavram yanlışlığı ise "Cisim yavaşlıyorsa, harekete karşı koyan kuvvet artıyor." ifadesidir. Bu yanlışya sahip öğrenci oranı ön testte %26,92 iken, son testte bu oran %19,23'e düşmüştür.

Üçüncü sıradaki kavram yanlışlığı, cansız doğal madde kategorisine yerleştirilmekten kaynaklanan, "Hareket eden cisimler içsel bir kuvvete sahiptirler." ifadesidir. Bu yanlışlığın oranı ön testte %19,23 ve son testte %23,08 olarak belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrenci oranının son testte arttığı gözlenmiştir.

Son sırada yer alan kavram yanlışlığı ise, bir öğrencinin (%3,85) son testte kendi ifadesiyle açıkladığı "Cisme etki eden sürtünme kuvveti artar." ifadesidir. Bu yanlışlığın ontolojik nedeni, işlem kategorisi altında oluşturulan farklı bir yanıl kategoriyle açıklanmaktadır.

### 4.3.12. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onikinci Sorusuna Ait Analizler



12. 1.

Bir öğrenci şekildeki gibi bir duvarı 50 N'luk bir kuvvet ile itmektedir. Ancak duvar hareket etmemektedir. Bu durumda aşağıda verilen yargılardan hangisi doğrudur?

- A. Sadece duvara 50 N'luk bir kuvvet etki eder.
- B. Sadece öğrenciye 50 N'luk bir kuvvet etki eder.
- C. Öğrenci duvara 50 N'luk bir etki kuvveti uygularken duvar da öğrenciye 50 N'luk bir tepki kuvveti uygular.\*
- D. Duvar tarafından öğrenciye 50N'luk kuvvetten daha küçük bir kuvvet etki eder.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

12. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. İki cisim arasındaki etkileşim, bu cisimlerin birbirlerine kuvvet uyguladığı anlamına gelir. Kuvvet her zaman çiftler halinde bulunur.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- B. Etkileşen cisimlerden biri hareket etmiyorsa yalnızca etki kuvveti vardır.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- C. Etkileşen cisimler arasında yalnızca tepki kuvveti vardır.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Etkileşen cisimler arasında oluşan etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onikinci sorusunda, ikinci, onüçüncü, onaltıncı ve yirmiikinci sorularında olduğu gibi Newton'un 3. Kanunu olan etki-tepki prensibi üzerinde durulmuş ve bu konu ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenmeye çalışılmıştır. Etkileşen cisimlerden birinin hareket etmediği veya birinin diğerine göre daha büyük olduğu durumlarda, etkileyen etki ve tepki

kuvvetleri hakkında öğrencilerin hangi görüşlere sahip oldukları bu soruda araştırılmıştır.

Bu sorunun doğru cevabı birinci bölümde "C" ve ikinci bölümde "A" seçenekleridir. Soruyu doğru cevaplayarak, etkileşen cisimlerde kuvvetin her zaman çiftler halinde bulunduğunu belirten öğrencilerin kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine doğru bir şekilde yerleştirdikleri anlaşılmaktadır.

Bu soru süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

Etkileşen cisimlerde etki kuvvetinin tepki kuvvetinden büyük olduğu, sadece tepki kuvvetinin olduğu, daha aktif veya kütlesi daha büyük olanın daha büyük kuvvet uyguladığı görüşleri öğrenciler arasında sık rastlanan kavram yanlışlarıdır. Bu soruda bir kişi 50 N'luk kuvvet uygulayarak duvarı itmektedir. Sorunun birinci bölümünde "A" ve ikinci bölümünde "B" seçeneklerinin seçilerek, sadece çocuk aktif olduğu için sadece etki kuvvetinin var olduğunun belirtilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirildiğini göstermektedir.

Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "D" seçeneklerinin seçilerek, duvarın çocuğa 50N'dan daha küçük bir kuvvet uygulayacağını belirtmesi, yani etki kuvvetinin tepki kuvvetinden büyük olduğunun savunulması süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir.

Etkileşen cisimlerde sadece tepki kuvvetinin uygulandığı görüşü öğrenciler arasında rastlanan bir diğer kavram yanılığıdır. Birinci bölümde "B" ve ikinci bölümde "C" seçeneklerinin işaretlenerek sorunun cevaplanması, bu kavram yanlışının varlığını ve kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirildiğini göstermektedir.

Öğrencilerin etki-tepki kuvvetleri ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de belirtilen değerlendirme seviyelerine göre analiz edilmiştir. Bu kavramla ilgili sahip olunan kavram yanlışları ontolojik açıdan incelenmiş ve bu kavram yanlışlarının kaynakları ontoloji temelinde belirlenmiştir. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.34'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.34. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onikinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	5	10	19,23	38,46	8	12	30,77	46,15
<b>Kısmen Anlama</b>	4	4	15,38	15,38	2	2	7,69	7,69
<b>Kavram Yanılgısı</b>	17	11	65,38	42,31	16	11	61,54	42,31
<b>Anlamama</b>	0	1	0	3,85	2	1	7,69	3,85

Tablo 4.34'teki veriler incelendiğinde, uygulamalardan önce yapılan ön testte, kontrol grubundaki öğrencilerin %19,23'ünün, deney grubundaki öğrencilerin %30,77'sinin etki-tepki prensibi ile ilgili kavramı tam ve doğru anladığı, kontrol grubundaki öğrencilerin %15,38'inin, deney grubundaki öğrencilerin %7,69'unun kavramı kısmen anladığı, kontrol grubundaki öğrencilerin %65,38'inin, deney grubundaki öğrencilerin %61,54'ünün kavram yanılgılarına sahip oldukları ve deney grubundaki öğrencilerin %7,69'unun kavramı anlamama seviyesinde oldukları belirlenmiştir.

Tablo 4.34'te yer alan, aynı gruptaki öğrencilerin etki-tepki prensibi ile ilgili kavramsal anlama seviyelerindeki değişim incelendiğinde, kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranının her iki grupta da arttığı fark edilmektedir. Kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranının kontrol grubunda %38,46'ya, deney grubunda ise %46,15'e yükseldiği görülmektedir. Bununla birlikte kavramı kısmen anlayan öğrencileri oranında bir değişim gözlenmezken, kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranının her iki grupta da azaldığı görülmektedir. Kavram yanılgısına sahip kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin oranının %42,31'e düştüğü tespit edilmiştir. Kavramı anlamama seviyesinde bulunan öğrencilerin oranı son testte her iki grup için de %3,85 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.34'te yer alan sonuçlar değerlendirildiğinde, her iki grupta da kavram öğrenme düzeylerinde artış olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, yapılan uygulamalar sonucunda, hem kontrol grubundaki hem de deney grubundaki birçok öğrencinin son testte kavramsal karmaşalarının devam etmesi dikkat çekmektedir. KHKKT'nin onikinci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem de, kavram yanılgılarının

belirlenmesidir. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 4.35'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.35. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanlışlığı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Etkileşen cisimlerden biri hareket etmiyorsa yalnızca etki kuvveti vardır.	6	8	23,08	30,08	6	6	23,08	23,08
Etkileşen cisimler arasında yalnızca tepki kuvveti vardır.	4	1	15,38	3,85	4	2	15,38	7,69
Etkileşen cisimler arasında oluşan etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.	6	2	23,08	7,69	4	3	15,38	11,54
Etkileşen cisimler arasında oluşan tepki kuvveti etki kuvvetinden büyüktür.	1	0	3,85	0	0	0	0	0

Bu soruda duvar hareketsiz olduğundan, sadece duvarı iten kişinin uyguladığı etki kuvvetinin bulunduğu düşünülmesi öğrencilerin en fazla oranda yanlışlığa düştükleri ifade olmuştur. Tablo 4.35 incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin %23,08'lik oranla ön testte en fazla oranda sahip oldukları kavram yanlışlığının "Etkileşen cisimlerden biri hareket etmiyorsa yalnızca etki kuvveti vardır." ifadesi olduğu görülmektedir. Son testte bu kavram yanlışlığına sahip deney grubu öğrencilerinin oranında bir değişim gözlenmeyerek, %23,08 oranında kaldığı görülmektedir. Bunun yanında bu kavram yanlışlığına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranının artarak, %30,08'e ulaşması dikkat çekmektedir.

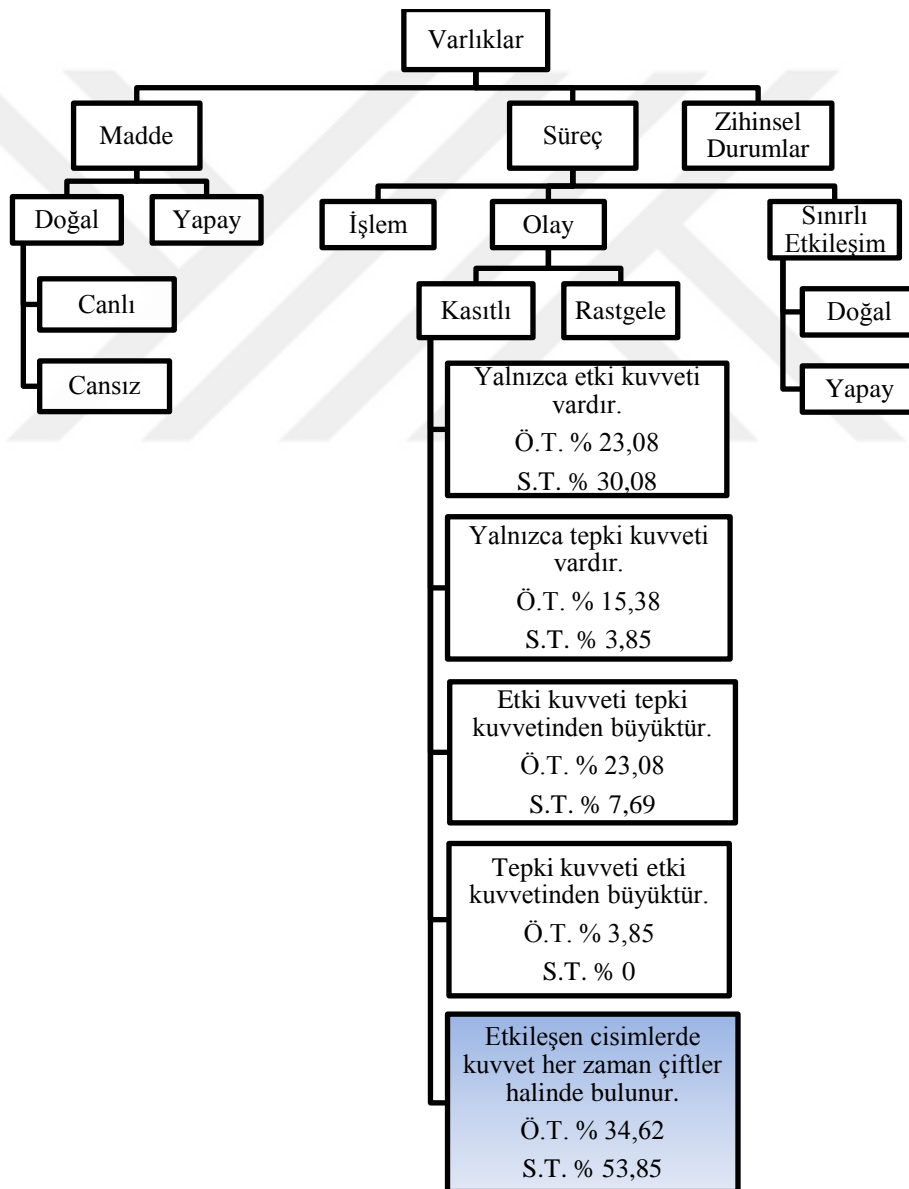
Tablo 4.35'e göre, kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ikinci sırada sahip oldukları kavram yanlışlığının, "Etkileşen cisimler arasında oluşan etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür." ifadesidir. Bu kavram yanlışlığına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %23,08 iken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür. Bu kavram yanlışlığına sahip olma oranı deney grubunda ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür.

Bu soru ile ilgili en düşük oranda belirlenen kavram yanlışlığı ise, "Etkileşen cisimler arasında yalnızca tepki kuvveti vardır." ifadesidir. Bu kavram yanlışlığına sahip olma oranı kontrol grubunda ön testte %15,38 iken, son testte bu oran azalarak %3,85'e düşmüştür. Bu kavram yanlışlığına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ise ön testte



%15,38 iken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür. Ayrıca ön testte kontrol grubundan bir öğrencinin (%3,85) "Etkileşen cisimler arasında oluşan tepki kuvveti etki kuvvetinden büyüktür." kavram yanlışlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu yanlış son testte ortadan kalkmıştır.

KHKKT'nin onikinci sorusunun analizi sırasında yapılan son işlem de, ön test ve son testte belirlenmiş olan kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesidir. Şekil 4.24'te kontrol grubu öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram ön testinde ve son testinde belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik incelemesi gösterilmiştir.



Şekil 4.24. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onikinci Sorusundaki Kavram Yanlışlarının Ontolojik İncelemesi

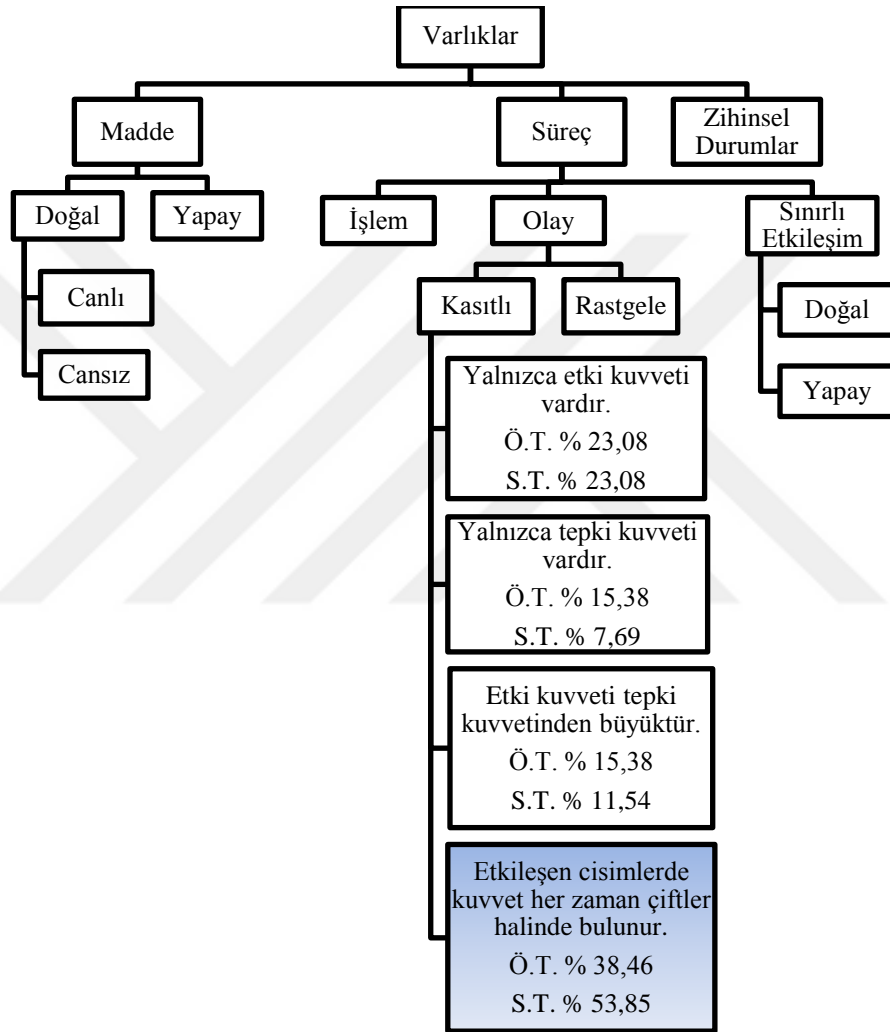
Şekil 4.24'te sunulan, KHKKT'nin onikinci sorusuna verilen yanıtların ontolojik incelemesine bakıldığında, belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde tek kaynağına rastlanmıştır. Bu soruda belirlenen kavram yanlışlarının süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklandığı tespit edilmiştir. Etkileşen cisimlerde kuvvetlerin her zaman çiftler halinde bulunduğunu belirterek, kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine doğru yerleştiren kontrol grubu öğrencilerinin ön testteki oranının %34,62 olduğu ve son testte bu oran artarak %53,85'e yükseldiği belirlenmiştir.

Yapılan ontolojik inceleme sonucunda, öğrencilerin süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde üç farklı yanal kategori oluşturarak yerleştirdikleri ortaya çıkmıştır. Bu yanal kategoriler arasında, en fazla oranda sahip olunan kavram yanlışlığı, yalnızca etki kuvvetinin mevcut olduğunun belirtilmesidir. Bu kavram yanlışlığına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %23,08 iken, son testte bu oran artarak, %30,08'e ulaşmıştır. Diğer kavram yanlışlıklarına sahip öğrenci oranlarında azalma gözlenirken, bu kavram yanlışlığına sahip öğrenci oranının son testte artması dikkat çekmektedir. Belirlenen ikinci yanal kategoride ise, "etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür" ifadesi yer almaktadır. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı ön testte %23,08 iken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür. Üçüncü sıradaki yanal kategoride ise, "sadece tepki kuvveti vardır" ifadesi yer almaktadır. Kontrol grubundaki öğrencilerin %15,38'i ön testte bu kavram yanlışlığına sahipken, son testte bu oran %3,85'e düşmüştür. Kontrol grubundaki son yanal kategoride ise "tepki kuvveti etki kuvvetinden büyüktür" ifadesi yer almaktadır. Bu yanlışlığın oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu yanlışlık ortadan kalkmıştır. Kontrol grubundaki öğrencilerin etki-tepki kuvvetleri ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlıklarının bir kısmını düzeltebilmelerine rağmen, birçok kavram yanlışlığının son testte de devam ettiği görülmektedir.

KHKKT'nin onikinci sorusuna ait deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışlıklarının ontolojik incelemesi Şekil 4.25'te gösterilmiştir.

Şekil 4.25 incelendiğinde, etkileşen cisimlerde kuvvetlerin her zaman çiftler halinde bulunduğunu belirterek, kavramı süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine doğru yerleştiren deney grubu öğrencilerinin olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranının ön testte %38,46 olduğu, son testte ise bu oranın %53,85'e yükseldiği belirlenmiştir.

Bu sorunun analizi sırasında belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik incelemesi sonucunda, kavram yanlışlarının süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisinde yer alan üç farklı yanılma kategorisine yerleştirmekten kaynaklandığı tespit edilmiştir.



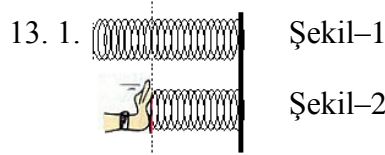
**Şekil 4.25. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onikinci Sorusundaki Kavram Yanlışlarının Ontolojik İncelemesi**

Yanal kategoriler arasında, deney grubunda en fazla oranda sahip olunan kavram yanılması, kontrol grubunda da olduğu gibi "yalnızca etki kuvveti vardır" ifadesidir. Deney grubundaki öğrencilerin ön testte %23,08 oranında bu kavram yanılığına sahip oldukları ve son testte bu oranın değişmeyerek %23,08'de kaldığı belirlenmiştir. Bu kavram yanılığına sahip öğrencilerinin oranının kontrol grubunda artmasından ve

deney grubundaki öğrencilerin oranının ise değişmemesinden yola çıkarak, her iki grubun bu kavram yanılığını düzeltmede zorlandıkları sonucuna ulaşılabilmektedir.

Belirlenen ikinci yanıl kategoride ise, "etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür" ifadesi yer almaktadır. Bu kavram yanılığine sahip öğrencilerin oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür. Üçüncü sıradaki yanıl kategoride ise, "sadece tepki kuvveti vardır" ifadesi yer almaktadır. Deney grubundaki öğrencilerin %15,38'i ön testte bu kavram yanılığine sahipken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür. Deney grubundaki öğrencilerin etki-tepki kuvvetleri ile ilgili sahip oldukları kavram yanılığlarının bir kısmını düzeltebilmelerine rağmen, birçok kavram yanılığının son testte de devam ettiği görülmektedir.

### 4.3.13. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onüçüncü Sorusuna Ait Analizler



Bir öğrenci şekildeki gibi bir yayı sıkıştırmaktadır. Öğrenci yayı Şekil-2'deki konumda tutarken, yaya ve öğrenciye etki eden kuvvetler ile ilgili aşağıda verilen yargılardan hangisi doğrudur?

- A. Sadece yaya kuvvet etki eder.
- B. Sadece öğrenciye kuvvet etki eder.
- C. Hem öğrenciye hem de yaya kuvvet etki eder.\*
- D. Ne öğrenciye ne de yaya herhangi bir kuvvet etki etmez.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

13. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Sadece canlılar kuvvet uygular. Cansız varlıklar kuvvet uygulayamazlar.  
(Madde → Doğal Tür → Cansız)
- B. İki cisim arasındaki etkileşim, bu cisimlerin birbirlerine kuvvet uyguladığı anlamına gelir. Kuvvet her zaman çiftler halinde bulunur.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- C. Sıkıştırılmış ya da gerilmiş durumdaki yaya kuvvet etki etmez. Eğer yaya bir kuvvet etki etseydi yay sıkışmaya devam ederdi. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Kuvvet uygulamış sayılmak için hareket gereklidir. Hem öğrenci hem de yay hareketsiz oldukları için ikisine de herhangi bir kuvvet etki etmez.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onüçüncü sorusunda, yaylardaki etki-tepki kuvvetleri ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Testin bu maddesinde, yayın sıkıştırılma durumunda, yaya ve kişiye etkiyen kuvvetlerin olup olmadığı ile ilgili öğrenci görüşlerini sorgulanmıştır. Öğrencilerin birçoğu, yay cansız olduğu için kuvvet uygulamadığı, yay sıkıştırılmaya devam etmediği için ona artık kuvvet uygulanmadığı veya her ikisi de hareketsiz

olduğundan ikisine de kuvvet uygulanmadığı görüşlerine sahiptirler. Bu kavram yanlışları, kavramın cansız doğal madde kategorisine veya kasıtlı olay kategorisine yanlış yerleştirilmesiyle oluşur. Bu sorunun doğru cevabı sorunun birinci bölümünde "C" seçeneğinde ve onun gerekçesi de ikinci bölümde "B" seçeneğinde verilmiştir. Yani doğru yanıt olan "etkileşen cisimlerde kuvvet her zaman çiftler halinde bulunur, yay ve kişiye eşit kuvvetler etki eder" görüşü ontolojik açıdan incelendiğinde, kavramın süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine ait olduğu belirlenmiştir.

Birinci bölümde "B" ikinci bölümde "C" veya birinci bölümde "D" ikinci bölümde "D" seçeneğini seçen öğrencilerin kasıtlı olay kategorisinin yanıl kategorilerine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarına sahip oldukları söylenebilir.

Birinci ve ikinci bölümde "A" seçeneğini seçen öğrencilerin kuvvet kavramını maddeselleştirdikleri ve canlı olmayan maddelerin kuvvet uygulayamayacağı görüşüne sahip oldukları tespit edilmektedir. Bu seçenekleri seçen öğrencilerin kavramı cansız madde üst ontolojik kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Öğrencilerin yaylardaki etki-tepki kuvvetleriyle ilgili anlama seviyeleri, Tablo 4.11'de sunulan değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmış, öğrencilerin bu kavramla ilgili sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiş ve bu kavram yanlışlarının kaynakları ontoloji temelinde incelenmiştir. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.36'da gösterilmiştir. Soruda belirlenen kavram yanlışları Tablo 4.37'de, bu kavram yanlışlarının ontolojik temelleri de Şekil 4.26 ve Şekil 4.27'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.36. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onüçüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	10	8	38,46	30,77	10	14	38,46	53,85
<b>Kısmen Anlama</b>	4	6	15,38	23,08	1	0	3,85	0
<b>Kavram Yanılgısı</b>	12	12	46,15	46,15	14	12	53,85	46,15
<b>Anlamama</b>	0	0	0	0	1	0	3,85	0

Tablo 4.36'daki veriler incelendiğinde, yaylara etki eden etki-tepki kuvvetleri ile ilgili kavramı tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %38,46 iken, son testte bu oran azalarak %30,77'ye düşmüştür. Kavramı doğru anlayan kontrol grubu öğrencilerinin oranının son testte azalması dikkat çeken bir sonuç olmuştur. Kavramı doğru anlayan deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %38,46 iken, son testte bu oran %53,85'e yükselmiştir. Sorunun her iki aşamasında da doğru cevap vererek kavramı tam ve doğru anlayan öğrenci oranının deney grubunda artması, animasyon destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini daha fazla arttırdığını ortaya çıkarmaktadır. Kavramı kısmen anlayan kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %23,08'e yükselmiştir. Deney grubunda ise ön testte %3,85 oranında kavramı kısmen anlayan öğrenci bulunurken, son testte kısmen anlayan öğrenciye rastlanmamıştır. Soru ile ilgili kavram yanılıgısına sahip öğrencilerin oranı son testte kontrol grubu için değişmezken, deney grubu öğrencilerinin oranında azalma söz konusudur. Kavram yanılıgısına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte ve son testte %46,15 olarak bulunmuştur. Deney grubunda kavram yanılıgısına sahip öğrencilerin oranı ön testte %53,85 iken, son testte %46,15'e düşmüştür. Deney grubunda ön testte %3,85 oranında kavramı anlayamayan öğrenci bulunurken, son testte bu durum giderilmiştir.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onüçüncü sorusunun analizi sırasında yapılan diğer bir çalışma da, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılıgılarının belirlenmesidir. Tablo 4.37'de kontrol ve deney grubu öğrencilerinin KHKK ön testi ve sontestinde sahip oldukları kavram yanılıgıları ve bu yanılıgıların oranları gösterilmiştir.

**Tablo 4.37. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son testinin Onüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Sadece canlılar kuvvet uygular. Cansız varlıklar kuvvet uygulayamazlar.	1	3	3,85	11,54	5	4	19,23	15,38
Sıkıştırılmış ya da gerilmiş durumdaki yaya kuvvet etki etmez. Eğer yaya bir kuvvet etki etseydi yay sıkışmaya devam ederdi.	7	4	26,92	15,38	6	4	23,08	15,38
Kuvvet uygulamış sayılmak için hareket gereklidir. Hem öğrenci hem de yay hareketsiz oldukları için ikisine de herhangi bir kuvvet etki etmez.	4	5	15,38	19,23	3	4	11,54	15,38

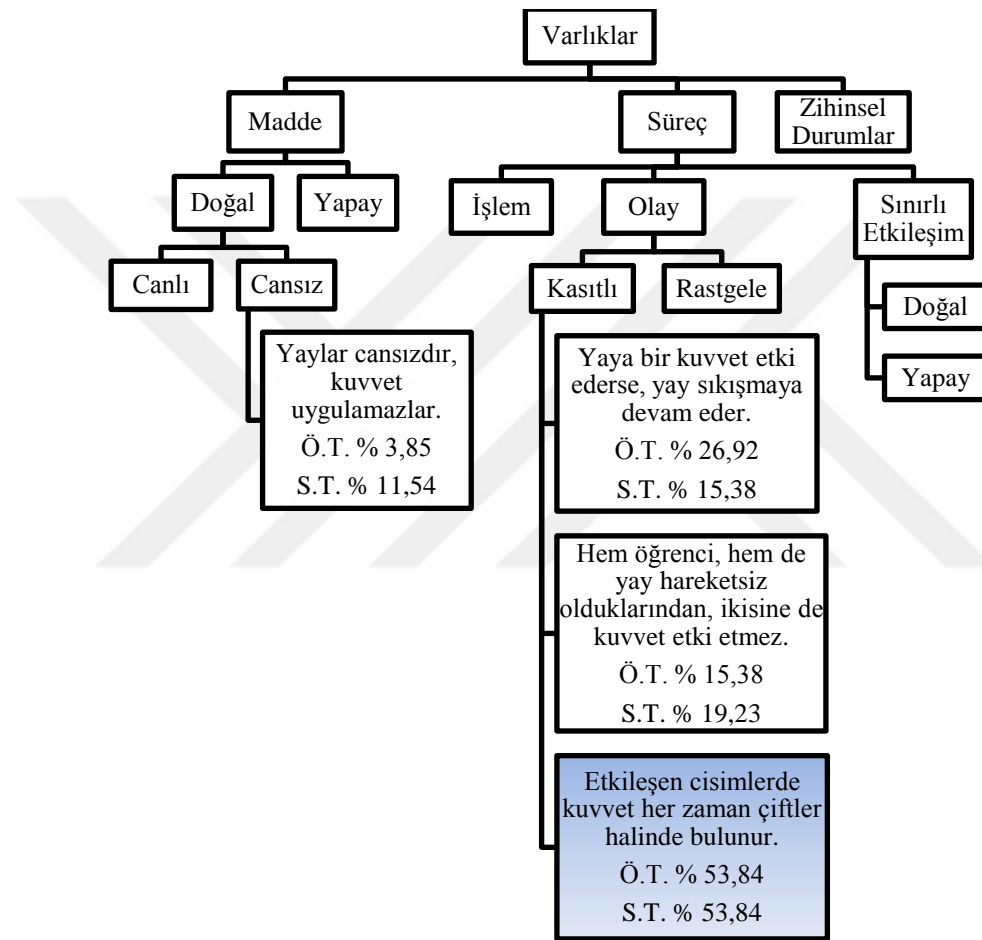
Tablo 4.37'deki veriler incelendiğinde, ön testte en fazla oranda sahip olunan kavram yanılgısının "Sıkıştırılmış ya da gerilmiş durumdaki yaya kuvvet etki etmez. Eğer yaya bir kuvvet etki etseydi yay sıkışmaya devam ederdi." şeklindeki kavram yanılgısı olduğu ortaya çıkmaktadır. Kontrol grubundaki öğrencilerin %26,92'si, deney grubundaki öğrencilerin %23,08'i ön testte bu kavram yanılgısına sahiptirler. Son testte ise her iki grupta da bu kavram yanılgısının oranının düştüğü görülmektedir. Son testte bu kavram yanılgısının oranı kontrol ve deney grubu için %15,38 olarak belirlenmiştir.

Son testte en fazla oranda belirlenen kavram yanılgısı ise "Kuvvet uygulamış sayılmak için hareket gereklidir. Hem öğrenci hem de yay hareketsiz oldukları için ikisinde de herhangi bir kuvvet etki etmez." ifadesidir. Son testte her iki grupta da bu kavram yanılgısının oranının artması dikkat çeken sonuçlar arasındadır. Ön testte bu kavram yanılgısına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı %15,38 iken, son testte bu oran %19,23'e yükselmiştir. Deney grubunda ise bu kavram yanılgısının oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %15,38'e yükselmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte en az oranda sahip oldukları kavram yanılgısı ise, cansız varlıkların kuvvet uygulayamayacağını ifade ettikleri kavram yanılgısıdır. "Sadece canlılar kuvvet uygular. Cansız varlıklar kuvvet uygulayamazlar." ifadesini seçen kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %3,85, deney grubu öğrencilerinin oranı ise ön testte %19,23'tür. Bu kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranının kontrol grubunda artması, deney grubunda ise azalması dikkat çeken sonuçlar arasındadır. Bu kavram yanılgısının oranı son testte kontrol grubunda %11,54'e yükselirken, deney grubunda ise %15,38'e düşmüştür.



KHKKT'nin onüçüncü sorusunun analizi sırasında yapılan son çalışma olan kavram yanlışlarının ontolojik açıdan değerlendirilmesi Şekil 4.26 ve Şekil 4.27'de gösterilmiştir. Şekil 4.26'da kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.27'de ise deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki kavram yanlışlarının ontolojik incelemesi gösterilmiştir.



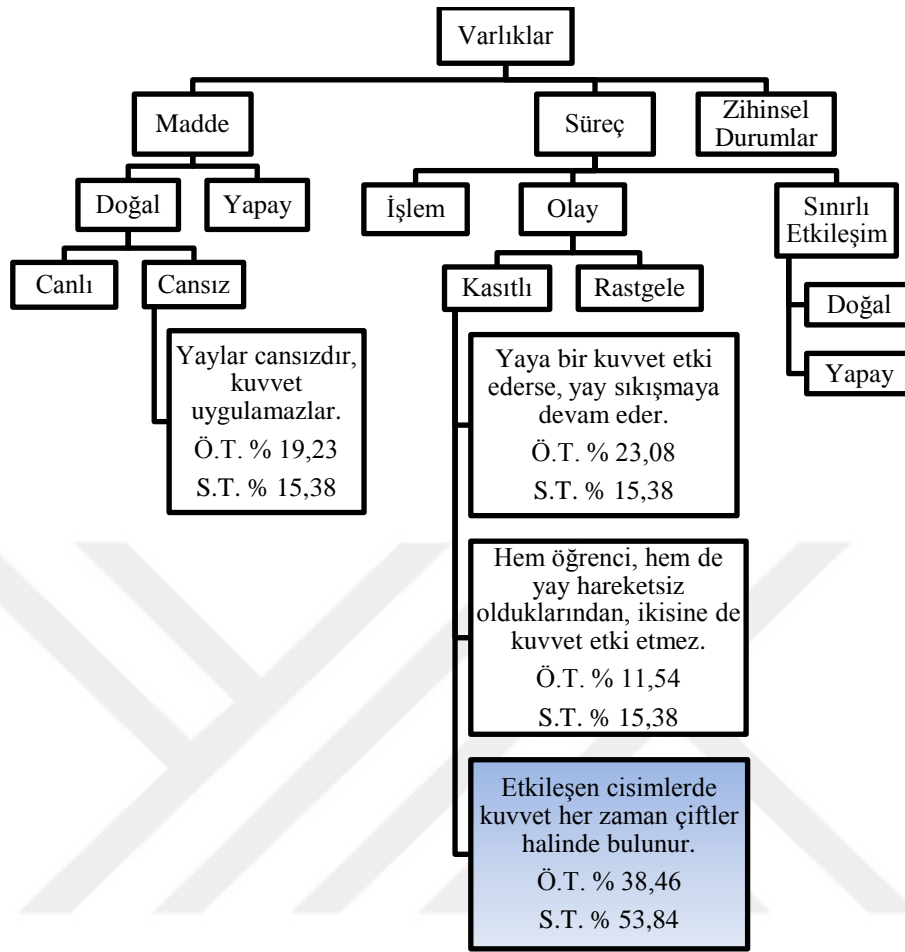
**Şekil 4.26. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onüçüncü Sorusundaki Kavram Yanlışlarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.26 incelendiğinde, KHKKT'nin onüçüncü sorusunda, etkileşen cisimlerde kuvvetlerin her zaman çiftler halinde bulunduğunu ifade ederek, ilgili kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine doğru bir şekilde yerleştirebilen kontrol grubu öğrencileri olduğu görülmektedir. Ön testte bu öğrencilerin oranının %53,84 olduğu ve son testte de bu oranın değişmeyerek %53,84'te kaldığı görülmektedir.

Yayın sıkıştırılma durumunda, yaya ve kişiye etkiyen kuvvetlerin olup olmadığının sorulduğu bu soruda, belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde iki farklı kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan biri süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılgısı, diğeri ise madde kategorisinin alt kategorisi olan cansız doğal kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılgısıdır. Kontrol grubunda en fazla oranda sahip olunan kavram yanılgısı, kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan "yaya bir kuvvet etki ederse, yay sıkışmaya devam eder" şeklindeki kavram yanılgısıdır. Bu kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı ön testte %26,92 iken, son testte bu oran %15,38'e düşmüştür. İkinci yanal kategoriye yerleştirilen kavram yanılgısı ise, "hem öğrenci, hem de yay hareketsiz olduklarından, ikisine de kuvvet etki etmez" ifadesidir. Bu ifade öğrenciler, hareketle kuvveti ilişkilendirmektedirler ve eğer kuvvet etkiseydi yayın ve öğrencinin hareket etmesi gerektiği sonucuna ulaşmaktadırlar. Bu durum yine kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirildiğini göstermektedir. Bu şekilde yanılgıya düşen öğrencilerin oranı ön testte %15,38 iken, son testte %19,23'e çıkmıştır. Geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubunda, bu kavram yanılgısı düzeltilememiştir.

Son durum ise, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisinde bulunması gereken kavramın, madde kategorisi altındaki cansız doğal kategorisine farklı bir şekilde yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanılgısıdır. Bu yanılgıdaki öğrenciler, yayın cansız olduğu için kuvvet uygulamayacağını belirtmişlerdir. Bu şekilde düşünen öğrenciler, kuvvet kavramını sadece canlılarla ilişkilendirmişler ve canlı olmayan varlıkların kuvvet uygulayamayacağını ifade etmektedirler. Bu kavram yanılgısı kontrol grubu öğrencileri arasında fazla yaygın olmamakla birlikte, ön testte %3,85 ve son testte %11,54 oranında bu kavram yanılgısına rastlanmıştır.

Şekil 4.27'de KHKKT'nin onüçüncü sorusuna ilişkin deney grubunda belirlenen kavram yanılgılarının ontolojik incelemesi gösterilmiştir.



**Şekil 4.27. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onüçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.27 incelendiğinde, KHKKT'nin onüçüncü sorusunda, etkileşen cisimlerde kuvvetlerin her zaman çiftler halinde bulunduğunu ifade ederek, ilgili kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine doğru bir şekilde yerleştirebilen deney grubu öğrencileri olduğu görülmektedir. Ön testte bu öğrencilerin oranının %38,46 iken, son testte bu oran %53,84'e yükselmiştir. Bu soruda üzerinde durulmakta olan yaylardaki etki-tepki kuvvetleri ile ilgili kavramı doğru anlayan öğrencilerin oranının deney grubunda arttığı görülmektedir.

Yayın sıkıştırılma durumunda, yaya ve kişiye etkiyen kuvvetlerin olup olmadığının sorulduğu bu soruda, belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde iki farklı kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan biri süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılgısı, diğeri ise madde kategorisinin alt kategorisi olan cansız doğal kategorisine yerleştirmekten

kaynaklanan kavram yanılığsıdır. Kontrol grubunda olduğu gibi, deney grubunda da en fazla oranda sahip olunan kavram yanılığsı, kasıtlı olay kategorisine yanıl yerleştirmekten kaynaklanan "yaya bir kuvvet etki ederse, yay sıkışmaya devam eder" Şeklindeki kavram yanılığsıdır. Bu ifadede oğrenciler kuvvet ile hareketi ilişkilendirmiş ve kuvvet uygulanan cisimlerin hareket ettiği sonucuna ulaşmışlardır. Buradan hareketle, yay hareket etmediğine göre, yaya etkiyen kuvvet de yoktur Şeklinde düşünmektedirler. Bu kavram yanılığsına sahip oğrencilerin oranı n testte %23,08, son testte ise %15,38 olarak belirlenmiştir. Bu kavram yanılığsı son testte tam anlamıyla dzeltilememiş olsa bile, yanılığının oranında azalma söz konusudur. İkinci yanıl kategoriye yerleştirilen kavram yanılığsı ise, "hem oğrenci, hem de yay hareketsiz olduklarından, ikisine de kuvvet etki etmez" ifadesidir. Bu ifadede oğrenciler, hareketle kuvveti ilişkilendirmektedirler ve eğer kuvvet etkiseydi yayın ve oğrencinin hareket etmesi gerektiği sonucuna ulaşmaktadırlar. Bu durum yine kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanıl yerleştirildiğini göstermektedir. Bu Şekilde yanılığya düşen oğrencilerin oranı n testte %11,54 iken, son testte bu yanılığya sahip oğrencilerin oranı artarak %15,38'e ulaşmıştır.

Son durum ise, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisinde bulunması gereken kavramın, madde kategorisi altındaki cansız doğal kategorisine farklı bir Şekilde yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanılığsıdır. Bu yanılığdaki oğrenciler, yayın cansız olduğu için kuvvet uygulamayacağını belirtmişlerdir. Bu Şekilde düşünen oğrenciler, kuvvet kavramını sadece canlılarla ilişkilendirmişler ve canlı olmayan varlıkların kuvvet uygulayamayacağını ifade etmektedirler. Bu kavram yanılığsına sahip deney grubu oğrencilerinin oranı n testte %19,23 iken, son testte bu oran %15,38'e dşmştir. Deney grubu oğrencilerinin kavram oğrenme düzeylerinde iyileşme gözlenirken, kavram yanılığlarının tam anlamıyla giderilemediği grlmştir. Animasyonlarda üzerinde durulan, etkileşen cisimlerde kuvvetlerin çiftler halinde bulunduğu ve birbirine eşit olduğu bilgisi bazı oğrenciler tarafından daha çabuk algılanmıştır. Bazı oğrenciler ise sahip oldukları kavram yanılığlarını farkedip düzeltmekte güçlük çekmişlerdir.

#### 4.3.14. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Ondördüncü Sorusuna Ait Analizler

14. 1.



Şekil-1



Şekil-2

Şekil-1’de bir öğrenci kitap okurken, Şekil-2’de ise bir adam alışveriş paketlerini taşıırken görülmektedir. Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A. Sadece Şekil-1’de iş yapılmıştır.
- B. Sadece Şekil-2’de iş yapılmıştır.
- C. Hem Şekil-1’de hem de Şekil-2’de iş yapılmıştır.
- D. Hem Şekil-1’de hem de Şekil-2’de iş yapılmamıştır.\*
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

14. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Bir cisim uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket ediyorsa bilimsel olarak iş yapılır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- B. Sadece hareket doğrultusuna dik olarak etki eden kuvvet, bilimsel anlamda iş yapmaz. Bu özel durumun dışında kalan durumların hepsinde iş yapılır. (Süreç → İşlem)
- C. Bir cisme bir kuvvet etkiliyorsa iş yapılır. Kitap okurken kuvvet uygulanmadığı için iş yapılmaz. (Süreç → İşlem)
- D. Kişinin günlük hayatta yaptığı her türlü aktivite iştir. (Süreç → Olay → Rastgele)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin ondördüncü sorusunda, Kuvvet ve Hareket Konusu'nda yer alan bilimsel anlamdaki iş kavramı üzerinde durulmuştur. Öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramı ile günlük hayatta kullandıkları iş terimi arasındaki farkı tam olarak ayırt edip edemedikleri araştırılmaktadır. Öğrenciler arasında sık rastlanan kavram yanlışları olan günlük hayatta yapılan bütün aktivitelerin

iş olarak kabul edilmesi veya kuvvet uygulanan her aktivitenin iş olarak kabul edilmesi durumlarının olup olmadığı araştırılmaktadır.

Sorunun birinci bölümünün doğru cevabı "D", ikinci bölümünün doğru cevabı da "A" seçeneğidir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru bir şekilde yerleştirildiğini göstermektedir.

Sorunun birinci bölümünde "A" seçeneğinin, ikinci bölümde de "B" seçeneğinin birinci bölümün nedeni olarak seçilmesi, kuvvetin dik olarak etkimesi haricindeki diğer durumlarda bilimsel anlamda iş yapıldığının düşünüldüğünü göstermektedir. Bu durum, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yanlış yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını ortaya çıkarmaktadır.

Birinci bölümde "B" seçeneğinin, ikinci bölümde ise "C" seçeneğinin birinci bölümün nedeni olarak seçilmesi, bilimsel anlamda yapılan işin, cisme uygulanan her kuvvetle gerçekleşebileceğinin düşünüldüğünü göstermektedir. Soruyu bu şekilde cevaplayan öğrenciler, kitap okurken kuvvet uygulanmadığı için iş yapılmadığını, kitapları taşıırken ise kuvvet uygulandığı için iş yapıldığını belirtmektedirler. Bu durum da, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine yanlış yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Sorunun birinci bölümünde "C" seçeneğinin, ikinci bölümde de "D" seçeneğinin birinci bölümün nedeni olarak seçilmesi, bilimsel anlamda yapılan iş kavramının, günlük hayatta yapılan bütün aktivitelerle ilişkilendirildiğini göstermektedir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Bu soru ile ilgili yapılan çalışmalar; öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş konusu ile ilgili anlama seviyelerini belirleme, öğrencilerin bu kavramla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlıkları ve oranlarını belirleme ve bu kavram yanlışlıklarının kaynaklarını ontoloji temelinde belirlemedir. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin kavramı ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.38'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.38. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Öndördüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	0	2	0	7,69	2	13	7,69	50
<b>Kısmen Anlama</b>	11	6	42,31	23,08	3	4	11,54	15,38
<b>Kavram Yanılgısı</b>	15	17	57,69	65,38	21	9	80,77	34,62
<b>Anlamama</b>	0	1	0	3,85	0	0	0	0

Tablo 4.38'deki veriler incelendiğinde, ön testte bilimsel anlamdaki iş kavramını tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencisinin bulunmadığı, deney grubunda ise %7,69 oranında bu kavramı anlayan öğrenci bulunduğu görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin ön testte %57,69'unun, deney grubundakilerin ise %80,77'sinin iş konusu ile ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Kavramı kısmen anlayanların oranı, yani gerekçeyi doğru belirtip, bu bilgisini soruyu doğru çözmekte kullanamayanların oranı kontrol grubu için %42,31, deney grubu için ise %11,54 olarak ölçülmüştür. Ön testte kavramı anlayamayan öğrenci bulunmamaktadır.

Tablo 4.38'deki son test verileri incelendiğinde, bilimsel anlamdaki iş ile ilgili kavramları tam ve doğru anlayanların yüzdesinin kontrol grubunda küçük bir artışla %7,69'da kaldığı, yapılan animasyon destekli eğitim sonrasında deney grubunda bu kavramı tam ve doğru anlayanların yüzdesinde ise büyük bir artış olduğu ve %50 seviyesine yükseldiği gözlenmektedir. Ön test ve son test verilerini içeren Tablo 4.38 incelendiğinde, animasyon destekli eğitimin yapıldığı deney grubunda, geleneksel yaklaşıma göre eğitimin yapıldığı kontrol grubuna oranla öğrencilerin kavram yanılgılarının giderilmesinde çok daha etkili olduğu saptanmıştır. Günlük hayatta karşılaşılabilecek farklı durumlarda bilimsel anlamda iş yapılıp yapılmadığını sorgulatan çeşitli animasyonların, animasyon destekli eğitim sırasında deney grubuna sunulması bu durumda etkili olmuştur. Kuvvetin yönü ile hareketin yönünü ve bunların bilimsel anlamdaki iş ile ilişkisini sorgulatan çeşitli animasyonlar, öğrencilerin bu kavramı etkin bir şekilde öğrenmelerine ve kavram yanılgılarını gidermelerine katkı sağlamıştır.

Tablo 4.38'deki diğer veriler incelendiğinde, kontrol grubunda kavram yanılıgına sahip öğrenci oranının %65,38'e çıktığı, aynı düzeydeki deney grubu öğrencilerinin oranının ise %34,62'ye düştüğü belirlenmiştir. Kavramı kısmen anlama düzeyinde olan kontrol grubu öğrencilerinin oranını %23,08'e düşerken, deney grubu öğrencilerinin oranını ise %15,38'e çıkmiştir. Kavramı anlayamayan deney grubu öğrencisi bulunmazken, kontrol grubunda bu durum %3,85 oranında saptanmıştır. Kavramı tam ve doğru anlayanların oranında son testte deney grubunda belirgin bir artış gözlenmiştir. Bu soruda kontrol grubundaki öğrencilerin kavram anlama seviyelerindeki artış deney grubundaki öğrencilere göre oldukça azdır. Buradan anlaşılıyor ki, geleneksel yöntemlerle eğitimin yapıldığı kontrol grubunda kavram yanılıgılarının giderilmesinde istenilen seviyeye ulaşamadığı, hatta yeni kavram yanılıgılarının oluştuğu fark edilmiştir. Bu kavramın anlaşılmasında ve mevcut kavram yanılıgılarının giderilmesinde alışlagelmiş geleneksel yöntemin yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Deney grubunda yürütülen animasyon destekli öğretimde uygulanan çeşitli etkinlikler, öğrencilerin bu kavramı doğru bir şekilde anlamalarına ve sahip oldukları kavram yanılıgılarını büyük oranda düzeltmelerine katkı sağlamıştır. Ön test ve son testte belirlenen kavram yanılıgılarına ilişkin bulgular Tablo 4.39'da sunulmaktadır.

**Tablo 4.39. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Ondördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılıgıları**

Kavram Yanılıgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Sadece hareket doğrultusuna dik olarak etki eden kuvvet, bilimsel anlamda iş yapmaz. Bu özel durumun dışında kalan durumların hepsinde iş yapılır.	2	10	7,69	38,46	4	2	15,38	7,69
Bir cisme bir kuvvet etkiyorsa iş yapılır. Kitap okurken kuvvet uygulanmadığı için iş yapılmaz.	9	5	34,62	19,23	8	6	30,77	23,08
Kişinin günlük hayatta yaptığı her türlü aktivite iştir.	3	2	11,54	7,69	7	1	26,92	3,85
Para kazanılan eylemler iş sayılır. Dolayısıyla yük taşıyan iş yapar, diğeri ders çalışıp, para kazanmadığından iş yapmaz.	1	0	3,85	0	0	0	0	0
Herhangi bir nesneye dokunduğün zaman iş yapmış olursun. Çünkü eşyalara dokunduğün zaman kuvvet uygularsın.	0	0	0	0	1	0	3,85	0
İkisi de iş yapmıştır. Çünkü enerji sarf etmişlerdir.	0	0	0	0	1	0	3,85	0



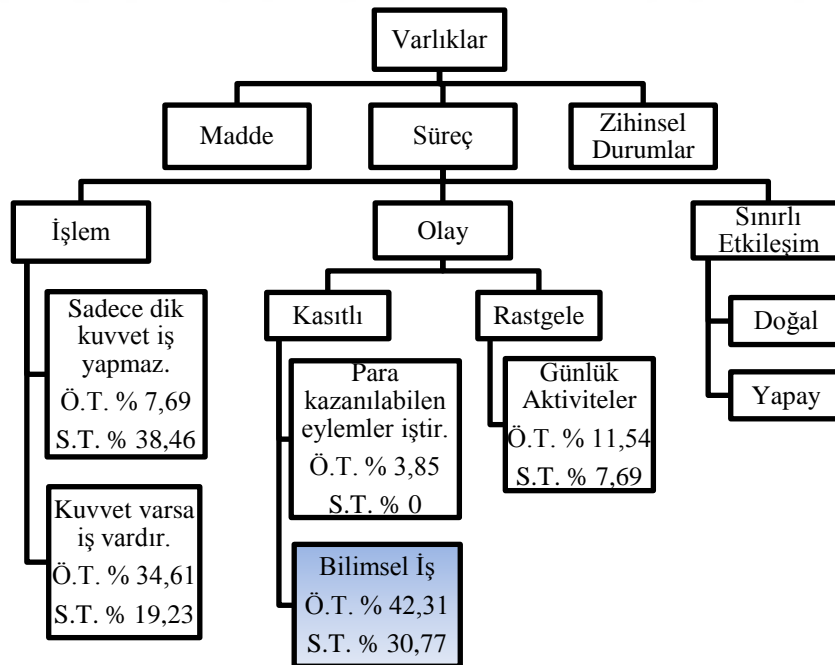
Tablo 4.39 incelendiğinde, iş kavramının, kuvvetin etkiyip etkimemesi ile açıklandığı kavram yanlışlarının en fazla oranda karşılaşılan kavram yanlışlığı olduğu anlaşılmaktadır. Kontrol grubu öğrencilerinin %34,62’si, deney grubu öğrencilerinin ise %30,77’si ön testte “Bir cisme kuvvet etkiyorsa iş yapılır. Kitap okurken kuvvet uygulanmadığı için iş yapılmaz” ifadesinde yanlışlığa düşmüşlerdir. Bu yanlışlığın oranı son testte ise kontrol grubunda %19,23’e, deney grubu için ise %23,08’e düşmüştür. Yanlışlığın oranında son testte her iki grup için de düşüş yaşanmıştır. Her iki grupta da belirlenen yanlışlığın giderilmesi konusunda başarı sağlandığı söylenebilmektedir. Gerek kontrol grubunda yapılan sınıf içi aktiviteler, gerekse deney grubunda yapılan animasyon destekli aktiviteler, öğrencilerin kavram yanlışlıklarını giderebilmelerinde etkili olmuştur. Kuvvet uygulanıyorsa iş yapılır, kuvvet uygulanmıyorsa iş yapılmaz algısından son testte büyük oranda uzaklaşmıştır. Yapılan eylemin iş olup olmadığına karar verebilmek için sadece kuvvet uygulanıp uygulanmadığına bakmak yetmez, aynı zamanda hareket olup olmadığına ve hareketle kuvvetin aynı doğrultuda olup olmadığına da dikkat etmek gerekmektedir.

Bu soruda ön testte ikinci sırada karşılaşılan kavram yanlışlığı ise, “Kişinin günlük hayatta yaptığı her türlü aktivite iştir” ifadesidir. Günlük hayatta yapılan tüm aktivitelerin iş olarak kabul edilmesi yanlışlığına ön testte kontrol grubunda %11,54 oranında, deney grubunda ise %26,92 oranında rastlanmıştır. Her iki grupta da bu yanlışlığın oranlarında son testte düşüş belirlenmiş olup, kontrol grubunda son testte %7,69’a, deney grubunda ise %3,85’e düşmüştür. Özellikle deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğu, yapılan öğretim sonucunda, günlük hayatta yapılan bütün eylemlerin bilimsel anlamda iş olarak kabul edilmediğinin ayrımına varmışlardır.

Kontrol grubundaki bazı öğrencilerin kavramsal karışıklığının yapılan öğretim sonucunda giderilmesi, bazılarının ise yerlerine yeni kavram yanlışlıkları oluşturması dikkat çeken sonuçlar arasında olmuştur. Örneğin kontrol ve deney grubunda ön testte üçüncü sırada yer alan “Sadece hareket doğrultusuna dik olarak etki eden kuvvet, bilimsel anlamda iş yapmaz. Bu özel durumun dışında kalan durumların hepsinde iş yapılır.” kavram yanlışlığı, kontrol grubu için son testte ilk sıraya yükselmiştir. Geleneksel öğretim yöntemine uygun sınıf içi aktivitelerle desteklenen öğretim sonucunda, kontrol grubundaki bazı öğrencilerin kavramsal değişim gerçekleştirip, mevcut kavramlar yerine başka kavram yanlışlıkları oluşturdukları tablolardaki

oranlardan görülmektedir. Uygulanan kuvvetin dik olma durumu dışındaki diğer durumlarda iş yapıldığı yönündeki görüş kontrol grubu için ön testte %7,69 iken, son testte bu oran %38,46'ya yükselmiştir. Aynı kavram yanılığı deney grubunda ise ön testte %15,38 iken, son testte %7,69'a düşmüştür. Bu durum, geleneksel yaklaşımın yetersizliğini bir kere daha ortaya çıkarmaktadır.

Son sırada yer alan kavram yanılığları ise, öğrencilerin kendi ifadeleri ile açıkladıkları görüşleridir. Bunlardan ilki, kontrol grubunda ön testte bir öğrencinin (%3,85) ifade ettiği “Para kazanılan eylemler iş sayılır. Dolayısıyla yük taşıyan iş yapar, diğeri iş yapmaz.” görüşüdür. Para kazanmayla iş yapmanın eşleştirildiği bu kavram yanılığı son testte ortadan kalkmıştır. Öğrenci ifadesiyle ortaya çıkan diğer kavram yanılığı ise “Herhangi bir nesneye dokunduğün zaman iş yapmış olursun çünkü dokununca kuvvet uygularsın.” şeklindedir. Bu yanılığa deney grubunda ön testte %3,85 oranında rastlanırken, son testte bu yanılığ ortadan kalkmıştır. Son olarak, kişinin enerji harcamasıyla iş yapması arasında bağlantı kurulan “İkisi de iş yapmıştır. Çünkü enerji sarf etmişlerdir.” kavram yanılığına deney grubunda ön testte %3,85 oranında rastlanmıştır.



**Şekil 4.28. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Ondördüncü Sorusundaki Kavram Yanılıklarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin ondördüncü sorusunda, öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramı ile ilgili kavramsal anlama düzeyleri sorgulanmıştır. Öğrencilerin bu soruda bilimsel anlamdaki iş kavramına yükledikleri anlamlar ontoloji temelinde incelenmiş ve belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde üç kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten, diğerleri ise süreç kategorisinin alt kategorileri olan rastgele olay ve işlem üst ontolojik kategorilerine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Öğrenciler, süreç kategorisinin altındaki kasıtlı olay ve rastgele olay kategorilerinde birer ve işlem kategorisi altında iki farklı kategori oluşturmuşlardır.

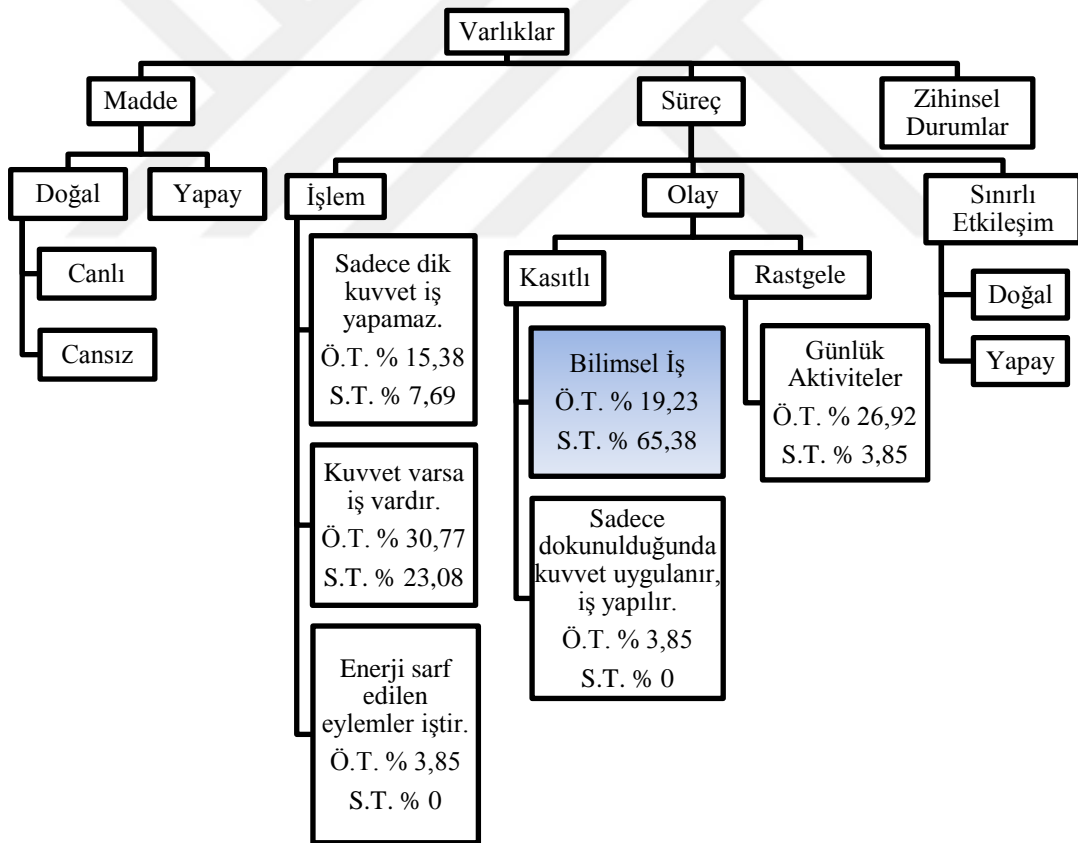
Kontrol grubunda ön testte ve son testte bilimsel anlamdaki iş kavramını doğru tanımlayarak, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştiren öğrenciler bulunmaktadır. Ön testte iş kavramını doğru ontolojik kategoriye yerleştirebilen bazı öğrencilerin, son testte kavramsal yanılgıya düştükleri ve yeni kavram yanılgıları ürettikleri görülmüştür. Bilimsel anlamdaki iş kavramını doğru şekilde tanımlayarak, doğru ontolojik kategoriye yerleştiren öğrencilerin oranı ön testte %42,31 iken, son testte bu oran %30,77'ye düşmüştür. Kontrol grubunda oluşturulan öğretim ortamlarının, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini arttırmayı başaramadığı, aksine yeni kavram yanılgılarının ortaya çıkmasına sebep olduğu yorumu yapılmıştır.

Kontrol grubunda bir öğrenci (%3,85) kendi ifadesiyle, sadece para kazanılan aktivitelerin iş olarak kabul edildiğini belirterek, kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisinde oluşturduğu yanal kategoriye yerleştirmiştir. Son testte bu yanılgı ortadan kalkmıştır.

Bu soruda belirlenen kavram yanılgılarının ikinci kaynağı, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisi altında oluşturulan kategoridir. Günlük hayatta yapılan tüm aktiviteleri iş olarak değerlendiren öğrenciler, bu kavramı kasıtlı olay kategorisine değil, rastgele olay kategorisine yerleştirmişlerdir. Bu durumdaki öğrencilerin oranı ön testte %11,54 iken, son testte %7,69'a düşmüştür.

Belirlenen kavram yanılgılarının son kaynağı ise, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisi altında oluşturulan iki farklı kategoridir. Bu kategorilerden ilki, kuvvet uygulanan her durumda iş yapıldığı görüşünü

barındırmaktadır. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı ön testte %34,61 iken, son testte bu oran %19,23'e düşmüştür. Bu kavram yanlışlığının son testte büyük oranda giderildiği görülmektedir. İşlem kategorisi içerisinde oluşturulan ikinci yanıl kategoride ise, sadece dik olarak uygulanan kuvvetin iş yapmayacağı görüşü hakimdir. Bu özel durumun dışında kalan durumlarda iş yapıldığını belirten öğrencilerin oranı ön testte %7,69 iken, son testte bu oran %38,46'ya yükselmiştir. Bazı durumlarda, yapılan öğretim sonucunda, öğrencilerin kavram karışıklıklarının devam ettiği, hatta öğrencilerin aldıkları eğitimi yanlış yorumlayarak, yeni kavram yanlışları oluşturdukları görülmektedir. Bu soruda da buna benzer bir durumla karşılaşmıştır. Uygulama öncesinde bu kavram yanlışlığına fazla oranda rastlanmamasına rağmen, geleneksel yöntemle yapılan uygulama sonucunda bazı öğrenciler yeni kavram yanlışları oluşturmuşlardır.



**Şekil 4.29. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Ondördüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin ondördüncü sorusunda, öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramı ile ilgili verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiş ve belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde üç kaynağına rastlanmıştır. Bunlar; süreç kategorisinin alt

kategorileri olan işlem ve rastgele olay kategorilerine ve madde kategorisinin alt kategorisi olan canlı doğal kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılgılarıdır. Öğrenciler, süreç kategorisinin altındaki işlem kategorisi altında üç farklı kategori, rastgele olay ve canlı doğal madde kategorileri altında ise birer kategori oluşturmuşlardır.

Deney grubunda ön testte ve son testte bilimsel anlamdaki iş kavramını doğru tanımlayarak, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştiren öğrenciler bulunmaktadır. Bu öğrencilerin oranı ön testte %19,23 iken, son testte %65,38'e yükselmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin birçoğunun kavramsal değişim geçirerek, kavram yanılgılarını giderdikleri görülmektedir. İş kavramını öğrenmeye yönelik oluşturulan animasyon destekli ortamların, deney grubundaki öğrencilerin kavram anlama düzeylerini arttırdığı yorumu yapılmıştır.

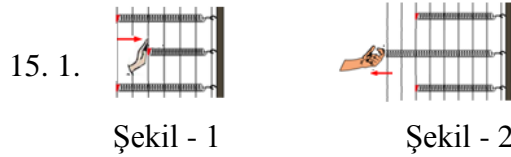
Bu soruda belirlenen kavram yanılgılarının ilk kaynağı, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisinde oluşturulan üç farklı yanal kategoridir. Bu yanal kategorilerden ilkinde, "kuvvet varsa, iş vardır" görüşü yer almaktadır. Bu düşünceyle yanılgıya düşen deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %30,77 iken, son testte bu oran %23,08'e düşmüştür. İşlem kategorisi içerisinde oluşturulan ikinci yanal kategoride ise "sadece dik kuvvet iş yapamaz" görüşü yer almaktadır. Bu yanılgının oranı ise ön testte %15,38, son testte ise %7,69 olarak belirlenmiştir. İşlem kategorisi içerisinde oluşturulan üçüncü yanal kategoride ise bir öğrencinin (%3,85) ön testte kendi ifadesiyle belirttiği "enerji sarf edilen eylemler iştir" görüşü yerleştirilmiştir.

Öğrencilerin sıklıkla yanılgıya düştükleri bir diğer ifade de, günlük hayatta yapılan bütün aktivitelerin iş olarak kabul edilmesidir. Bu yanılgı süreç kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Günlük hayatta yapılan eylemleri iş olarak tanımlayan öğrencilerin oranı ön testte %26,92 ve son testte %3,85 olarak belirlenmiştir. Bu yanılgının giderilmesinde deney grubunda büyük oranda başarı sağlanmıştır. Oluşturulan animasyon destekli öğretim ortamları, öğrencileri, yapılan bütün aktiviteleri iş olarak tanımlama yanılgısından uzaklaştırmıştır.

Bu soruda belirlenen kavram yanılgılarının son kaynağı ise, süreç kategorisinin altında yer alan kasıtlı olay kategorisidir. Bu kategori, bir öğrencinin (%3,85) ön testte belirttiği "Sadece cisme dokunulduğunda kuvvet uygulanır ve iş yapılır." ifadesi ile oluşmuştur.

Bu yanılıya sahip öğrenci, sadece cisme dokunulduğunda iş yapabileceğini belirtmiştir. Bu öğrencinin görüşü son testte değişmiş ve kavram yanılığı giderilmiştir.

#### 4.3.15. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onbeşinci Sorusuna Ait Analizler



Bir öğrenci Şekil-1'deki gibi bir yayı 10 cm sıkıştırıyor ve bir süre sonra yayı serbest bırakıyor. Ardından yine aynı yayı bu kez Şekil-2'deki gibi 10 cm geriyor ve bir süre sonra yayı tekrar serbest bırakıyor. Buna göre aşağıda verilen yargılardan hangisi doğrudur?

- A. Her iki durumda yaylarda depolanan enerji miktarı aynıdır.\*
- B. Her iki durumda da yaylarda enerji depolanmaz.
- C. Şekil-1'deki durumda yayda daha fazla enerji depolanır.
- D. Şekil-2'deki durumda yayda daha fazla enerji depolanır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

15. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Çekim potansiyel enerjisi, potansiyel enerjinin tek türüdür. Bu nedenle her iki durumda da yaylarda herhangi bir enerji depolanmaz. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- B. Bir yay aynı miktarda sıkıştırılır ya da gerilirse her iki durumda da aynı miktarda enerjiye sahip olur. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- C. Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolamaz. Sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji depolanır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolamaz. Gerilmiş yayda daha fazla enerji depolanır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onbeşinci sorusunda öğrencilerin, yayın gerilme ve sıkışma durumlarında sahip oldukları enerji miktarları ile ilgili görüşleri

incelenmiştir. Yayların sıkışma ve gerilme durumlarında eşit miktarda enerjiye sahip olmadıkları öğrenciler arasında sık rastlanabilen bir kavram yanılığıdır. Bu soru öğrencilerin "yaylarda depolanan enerji miktarı" kavramı ile ilgili kavram yanılıklarına sahip olup olmadıklarını belirlemek ve bu kavram yanılıklarının ontolojik sebeplerini araştırmak için hazırlanmıştır.

Sorunun birinci bölümünde "A" seçeneğini, ikinci bölümünde ise "B" seçeneğini işaretleyen öğrenciler kavramı ontolojik açıdan kasıtlı olay kategorisine yerleştirerek soruyu doğru cevaplandırmışlardır. Yayın gerilme veya sıkışma durumlarında daha fazla enerjiye sahip olduğunu düşünerek, sorunun birinci bölümünde "C veya D", ikinci bölümünde de "C veya D" seçeneklerini işaretleyen öğrencilerin kavramı kasıtlı olay kategorisinin yanıl kategorilerine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılıklarına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Sorunun birinci bölümünde "B" seçeneği, ikinci bölümünde "A" seçeneğinin cevap olarak işaretlenmesi ise "esneklik potansiyel enerjisi" kavramı ile ilgili süreç kategorisinin altındaki kasıtlı olay kategorisi içerisinde farklı bir yanıl kategori oluşturulduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin yaylarda depolanan enerji miktarı ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de verilen değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmış ve elde edilen bulgular Tablo 4.40'da sunulmuştur. Elde edilen verilere göre, kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.40'da gösterilmektedir. Öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanılıkları belirlenmiş ve bu kavram yanılıklarının dayanakları ontolojik açıdan araştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ön testte ve son testte sahip oldukları kavram yanılıkları Tablo 4.41'de, deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılıklarının ontolojik incelemeleri ise Şekil 4.30 ve Şekil 4.31'de sunulmaktadır.

**Tablo 4.40. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onbeşinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	8	11	30,77	42,31	3	4	11,54	15,38
<b>Kısmen Anlama</b>	7	2	26,92	7,69	3	1	11,54	3,85
<b>Kavram Yanılgısı</b>	11	13	42,31	50	20	21	76,92	80,77
<b>Anlamama</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.40'da sunulan bulgulara göre, uygulamadan önce yapılan ön testte, kontrol grubundaki öğrencilerin %30,77'sinin, deney grubundaki öğrencilerin ise % 11,54'ünün yayların sıkışma ve gerilme durumlarında sahip oldukları potansiyel enerji miktarı ile ilgili kavramı tam ve doğru anladığı, kontrol grubundaki öğrencilerin %42,31'inin, deney grubundaki öğrencilerin %76,92'sinin kavram yanılgısına sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca kontrol grubundaki öğrencilerin %26,92'sinin, deney grubundaki öğrencilerin ise % 11,54'ünün ön testte kavramı kısmen anladığı, yani ontolojik açıdan kavramı anlamış olmasına rağmen pratikte bu bilgisini kullanıp soruyu doğru şekilde çözemediği gözlenmektedir. Ön testte kavramı anlamama seviyesinde olan kontrol ve deney grubu öğrencisine rastlanmamıştır.

Tablo 4.40'daki verilere göre son testte, yayların sıkışma ve gerilme durumlarında sahip oldukları potansiyel enerjileri ile ilgili öğrencilerin anlama düzeyleri incelendiğinde, tam ve doğru anlamaya sahip öğrencilerin oranının kontrol grubunda %42,31'e yükseldiği, deney grubundaki öğrencilerin oranının ise %15,38'e yükseldiği görülmektedir. Son testte kontrol grubundaki öğrencilerin %50'sinin, deney grubundaki öğrencilerin ise %80,77'sinin kavram yanılgısına sahip oldukları görülmektedir. Yapılan etkinliklerin öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermede yeteri kadar etkili olmadığı ve son testte de kavram yanılgılarının yüksek oranda devam ettiği gözlenmiştir. Kısmen anlama seviyesindeki öğrencilerin oranının kontrol grubunda %7,69'a, deney grubunda ise %3,85'e düştüğü görülmektedir. Kontrol ve deney grubunda kavramı anlamama seviyesinde öğrenci bulunmamaktadır.

Bu soruda kontrol grubundaki öğrencilerin, deney grubundaki öğrencilere göre daha fazla gelişme gösterdikleri ve daha başarılı oldukları görülmektedir. Öğrencilerin



uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında sahip oldukları kavram yanılgıları incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde sahip oldukları "sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji vardır", "gerilmiş yayda daha fazla enerji vardır", veya "yaylarda potansiyel enerji olmaz" gibi kavram yanılgılarının büyük oranda değişmediği gözlenmiştir. Yayların özellikleri gibi konularda sanal deneylerin yanı sıra somut deneyler de yapılarak konu pekiştirilirse öğrencilerin kavram yanılgılarının giderilmesinde daha başarılı olunabilir.

**Tablo 4.41. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onbeşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Çekim potansiyel enerjisi, potansiyel enerjinin tek türüdür. Bu nedenle her iki durumda da yaylarda herhangi bir enerji depolanmaz.	2	3	7,69	11,54	5	5	19,23	19,23
Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolamaz. Sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji depolanır.	6	4	23,08	15,38	7	9	26,92	34,62
Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolamaz. Gerilmiş yayda daha fazla enerji depolanır.	3	6	11,54	23,08	8	7	30,78	26,92

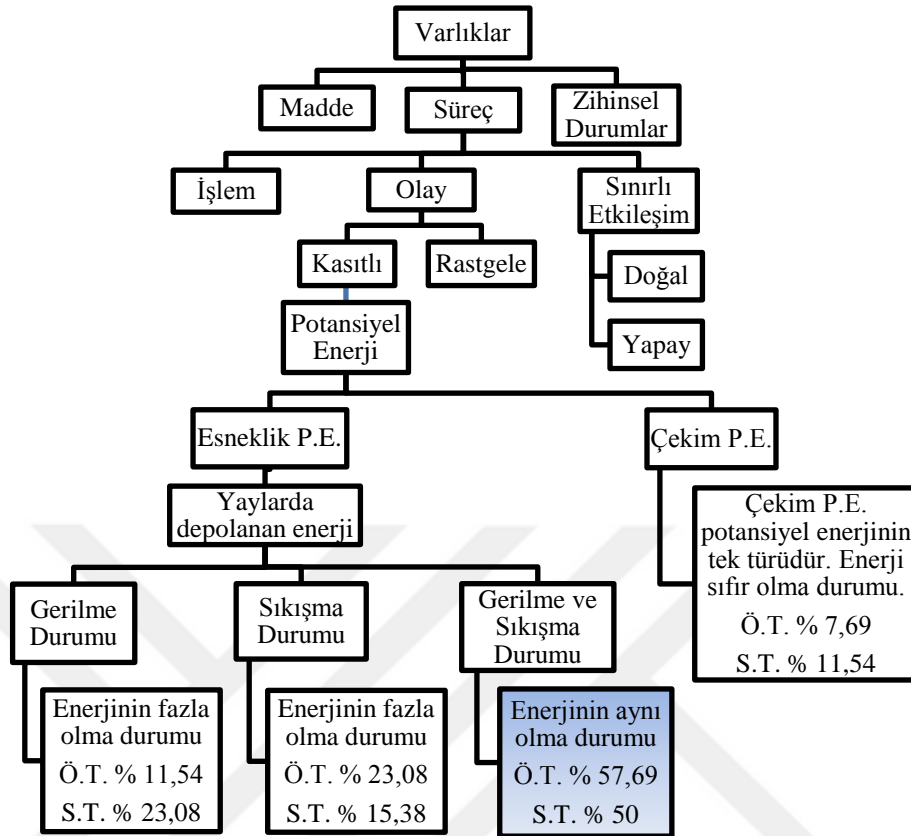
Tablo 4.41'deki veriler incelendiğinde, kontrol grubundaki öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılgısının "Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolamaz. Sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji depolanır." olduğu görülmüştür. Ön testte bu kavram yanılgısına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranının %23,08 olduğu görülmektedir. Bu kavram yanılgısı deney grubunda ikinci sırada görülen kavram yanılgısıdır. Bu kavram yanılgısının oranı deney grubu için ön testte %26,92 olarak belirlenmiştir. Deney grubunda ön testte en fazla oranda görülen kavram yanılgısı, "Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolamaz. Gerilmiş yayda daha fazla enerji depolanır." ifadesidir. Deney grubunda bu kavram yanılgısı %30,78 oranında görülmüştür. Kontrol grubunda ikinci sırada gözlemlenen bu kavram yanılgısının oranı ise %11,54'tür. Her iki grupta da en az gözlemlenen kavram yanılgısı "Çekim potansiyel enerjisi potansiyel enerjinin tek türüdür. Bu nedenle her iki durumda da yaylarda herhangi bir enerji

depolanmaz" seçeneğidir. Bu kavram yanılığısına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda %7,69 iken, deney grubunda ise %19,23'tür.

Tablo 4.41'deki kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin son testte sahip oldukları kavram yanılığaları oranları incelendiğinde, kontrol grubunda sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji depolanacağı yönündeki düşüncede azalma olup %15,38'e gerilemesine rağmen, aynı grupta gerilmiş yayda daha fazla enerji depolanacağı yönündeki düşüncede bir artış kaydedilip, %23,08'e çıktığı görülmüştür. Her iki durumda da yaylarda enerji depolanmayacağı hakkındaki görüş yine en az rastlanan kavram yanılığası olmakla birlikte, kontrol grubunda bu kavram yanılığısına sahip öğrencilerin oranı %11,54'e çıkmıştır. Buradan anlaşılacağı üzere, kontrol grubunda bir kavram yanılığısına sahip öğrenci oranında azalma yaşanmasına rağmen, diğer iki kavram yanılığısına sahip öğrenci oranında artış gözlenmiştir.

Tablo 4.41'de gösterilen deney grubunun son testte verdikleri cevaplar incelendiğinde, deney grubunun "Sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji depolanır" şeklindeki düşüncelerinde artış kaydedilerek %34,62'ye yükseldiği ve bu kavram yanılığısının son testte en fazla oranda gözlemlenen kavram yanılığası olduğu tespit edilmiştir. Deney grubunda son testte ikinci sırada gözlemlenen kavram yanılığası ise "Gerilmiş yayda daha fazla enerji olduğu" yönündeki kavram yanılığasıdır. Bu kavram yanılığısına sahip öğrencilerin oranı %26,92'ye gerilemiştir. "Her iki durumda da yaylarda enerji depolanmaz" yönündeki kavram yanılığası oranında herhangi bir değişim gözlenmeyerek, %19,23 oranında sabit kalmıştır. Bu sonuçlardan, deney grubundaki öğrencilerin de bu konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanılığalarını düzeltmekte güçlük çektikleri ve kavram yanılığalarının birçoğu uygulama sonunda da hala devam ettiği anlaşılmıştır.

Bu soru ile ilgili yapılan bir diğer çalışma da, ön test ve son testte belirlenen kavram yanılığalarının ontolojik açıdan değerlendirilmesidir. Sahip olunan kavram yanılığalarının hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığını gösteren şema Şekil 4.30 ve Şekil 4.31'de sunulmaktadır.

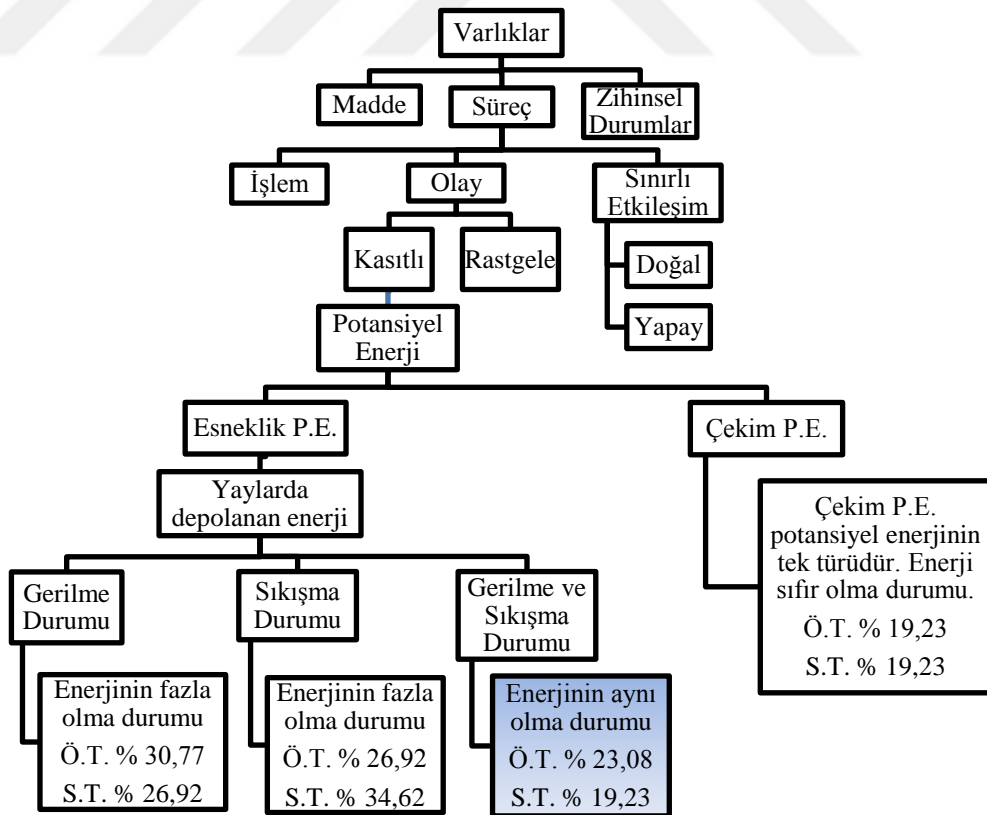


**Şekil 4.30. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onbeşinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.30'daki veriler incelendiğinde, Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onbeşinci sorusu olan gerilme ve sıkışma durumlarında yaylarda depolanan enerjiyi sorgulayan sorunun doğru cevabı olan iki durumda da yaylarda depolanan enerjinin aynı olduğunu belirten ifade süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde yer almaktadır. Kontrol grubu içerisinde ön testte bu şekilde görüş bildiren öğrencilerin oranı %57,69 iken, son testte bu oranın %50'ye düştüğü görülmüştür.

Bu soruda, yaylarda depolanan enerji ile ilgili kavram yanılgıları süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmeden kaynaklanmaktadır. Yanal kategorilere yerleştirilen kavram yanılgılarında, öğrencilerin bir kısmı sıkıştırılan yaylarda daha fazla enerji depolanacağını, bir kısmı da gerilen yaylarda daha fazla enerji depolanacağını düşünmüşlerdir. Yaylarda sıkışma durumunda daha fazla enerji depolandığını düşünen kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %23,08 iken, son testte bu oran %15,38'e düşmüştür. Yaylarda gerilme durumunda daha fazla enerji

depolandığını düşünen öğrencilerin oranı ise ön testte %11,54 iken, bu oran son testte %23,08'e çıkmıştır. Yaylarla ilgili kavramı kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirerek, "Çekim potansiyel enerjisinin, potansiyel enerjinin tek türü olduğunu ve bu nedenle her iki durumda da yaylarda enerji depolanmayacağını" düşünen kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %7,69 iken, son testte bu oran %11,54'e yükselmiştir. Bu soru için kontrol grubunda uygulama sonunda kavramı yanlış yerleştirmekten kaynaklanan bazı kavram yanlışlarında artış olduğu gözlenmiştir. Bu durum, kontrol grubunda geleneksel olarak uygulanan öğretim sürecinde, öğrencilerin ontolojik açıdan yanlış kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarını fark edip, bunları düzeltmekte güçlük çektiklerini göstermektedir. Hatta bu süreç sonunda bazı öğrencilerin yeni kavram yanlışları oluşturdukları da gözlenmektedir. Bu gibi durumlara çözüm olması amacıyla, eğitim öğretim sürecinin başında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları belirlenip, bu kavram yanlışlarının ontolojik temelleri araştırılır ve bu kavram yanlışlarını gidermeye ve yenilerinin oluşmasına engel olmaya yönelik bir çalışma sürdürülürse istenen başarı sağlanabilir.



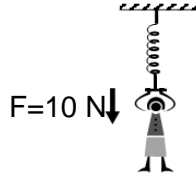
**Şekil 4.31. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onbeşinci Sorusundaki Kavram Yanlışlarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.31'e göre, Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onbeşinci sorusuna doğru cevap vererek, yaylarda gerilme durumunda da sıkışma durumunda da aynı miktarda enerjinin depolanacağını belirten öğrencilerin bu kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirdikleri görülmektedir. Deney grubunda kavramı bu şekilde sınıflandıran öğrencilerin oranı ön testte %23,08 iken, son testte bu oran %19,23'e düşmüştür. Bu durum yaylarla ilgili kavram yanılgılarının düzeltilmesinde animasyon destekli eğitimin yeterli olmadığını göstermektedir. Bu soruda, yaylarda depolanan enerji ile ilgili kavram yanılgıları süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanmaktadır. Yanal kategorilere yerleştirilen kavram yanılgılarında, öğrencilerin bir kısmı sıkıştırılan yaylarda daha fazla enerji depolanacağını, bir kısmı da gerilen yaylarda daha fazla enerji depolanacağını düşünmüşlerdir. Yaylarda sıkışma durumunda daha fazla enerji depolandığını düşünen deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %26,92 iken, son testte bu oran artmış ve %34,62'ye ulaşmıştır. Yaylarda gerilme durumunda daha fazla enerji depolandığını düşünen öğrencilerin oranı ise ön testte %30,77 iken, son testte bu oran düşmüş ve %26,92'ye ulaşmıştır. Yaylarla ilgili kavramı kasıtlı olay kategorisi içerisinde farklı bir kategori oluşturarak yerleştiren ve "Çekim potansiyel enerjisinin, potansiyel enerjinin tek türü olduğunu ve bu nedenle her iki durumda da yaylarda enerji depolanmayacağını" düşünen deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte ve son testte değişmeyerek, %19,23 seviyesinde sabit kalmıştır.

Bu soru için animasyon destekli eğitim uygulamasının deney grubunda kavram yanılgılarının giderilmesi konusunda istenilen değişimi oluşturamadığı gözlenmektedir. Bu durumun sebebi, öğrencilerin sınıf ortamına önceki yaşam tecrübeleriyle oluşturdukları kavram yanılgılarıyla birlikte gelmeleri ve bu kavram yanılgılarını düzeltmekte güçlük çekmeleri olabilir. Zihinde oluşturulan kategorilerin değiştirilebilmesi için farklı yöntemler kullanılması, animasyon destekli eğitimin yanı sıra, öğrencilerin laboratuvar ortamında gözlemler yapabilecekleri deneylerle eğitimin zenginleştirilmesi etkili olabilir.

### 4.3.16. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onaltıncı Sorusuna Ait Analizler

16. 1.



Bir öğrenci şekilde gösterildiği gibi 10 N'luk bir kuvvet uygulayarak yayı germektedir. Öğrenci yayı bu konumda tutarken, yay tarafından öğrenciye uygulanan kuvvetin yönü ve büyüklüğü aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak gösterilmiştir?

	Büyüklüğü	Yönü
A)	10 N	↓
B)	10 N'dan küçük	↑
* C)	10 N	↑
D)	Sıfır	

16. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Yay tarafından öğrenciye, kendisine uygulanan kuvvete eşit büyüklükte ve aynı yönde bir kuvvet uygulanır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- B. Herhangi bir etkiye karşı her zaman bir tepki vardır. Tepki kuvveti etkiye eşit büyüklükte ve zıt yöndedir. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- C. Gerilmiş durumdaki yayda, etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Sadece canlılar kuvvet uygular. Cansız varlıklar kuvvet uygulayamazlar. (Madde → Doğal Tür → Cansız)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onaltıncı sorusunda, yay uygulanan kuvvet neticesinde yayın uyguladığı tepki kuvvetinin yönü ve büyüklüğü ile ilgili öğrenci görüşleri irdelenmiştir. Soruda, yayı germek için uygulanan kuvvetin yönü ve büyüklüğü verilmiş, buna karşılık yayın kişiye uygulayacağı kuvvetin yönü ve büyüklüğü hakkındaki görüşler sorgulanmıştır.

Bu sorunun birinci bölümünün doğru cevabı "C" seçeneğinde ve onun gerekçesi de ikinci bölümde "B" seçeneğinde yer almaktadır. Bu şekilde doğru cevap veren öğrencilerin kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirdikleri anlaşılmaktadır.

Sorunun birinci ve ikinci bölümünde "A" seçeneğini seçen öğrenciler, yayın uygulayacağı tepki kuvveti ile ilgili kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığına sahiptirler. Bu durumda öğrenciler, yay tarafından kişiye uygulanan kuvvetin, yaya uygulanan kuvvetle aynı büyüklükte ve aynı yönde olduğunu düşünmektedirler. Başka bir deyişle, yaya uygulanan kuvvet hangi yönde ise, yay da aynı yönde ve eşit bir tepki kuvveti uygulamaktadır.

Birinci bölümde "B" seçeneğini, bunun gerekçesi olarak da ikinci bölümde "C" seçeneğini seçen öğrenciler, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığına sahip bulunmaktadırlar. Seçimini bu yönde yapan öğrenciler, gerilmiş durumdaki yayda, yayın tepki kuvvetinin, etki kuvvetinden daha küçük olacağını düşünmektedirler. Öğrencilere göre yay gerildiği için, çocuğun uyguladığı etki kuvveti tepki kuvvetinden büyük olmalıdır.

Son olarak birinci ve ikinci bölümün her ikisinde de "D" seçeneğinin seçilmesi, madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan doğal tür cansızlar kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığının varlığını göstermektedir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kavramın üst ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığının bulunduğu göstermektedir. Bu şekilde düşünen öğrenciler, cansız olduğu için yayın kuvvet uygulayamayacağını belirtmişlerdir. Bu öğrencilere göre sadece canlı varlıklar kuvvet uygulayabilir ve yay cansız olduğu için kuvvet uygulama yetisine sahip değildir.

Öğrencilerin yay tarafından kişiye uygulanan kuvvetin yönü ile ilgili anlama seviyeleri değerlendirilmiş, bu kavramla ilgili sahip oldukları kavram yanılığları ontolojik açıdan incelenmiş ve bu kavram yanılığlarının kaynakları ontoloji temelinde belirlenmiştir. Kontrol ve deney gruplarındaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.42'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.42. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onaltıncı Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	4	10	15,38	38,46	5	9	19,23	34,62
<b>Kısmen Anlama</b>	3	3	11,54	11,54	1	2	3,85	7,69
<b>Kavram Yanılgısı</b>	17	13	65,38	50	19	15	73,08	57,69
<b>Anlamama</b>	2	0	7,69	0	1	0	3,85	0

Tablo 4.22'de sunulan verilere göre, uygulamadan önce yapılan ön testte, kontrol grubundaki öğrencilerin %15,38'inin, deney grubundaki öğrencilerin ise %19,23'ünün yay tarafından kişiye uygulanan kuvvetin yönü ve şiddetini sorgulayan soruyu tam anlama seviyesinde cevapladığı görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin %65,38'inin, deney grubundaki öğrencilerin ise %73,08'inin ön testte kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca kontrol grubundaki öğrencilerin %11,54'ünün ön testte konu ile ilgili kavramı kısmen anladığı, deney grubundaki öğrencilerin ise %3,85'inin bu kavramı kısmen anladığı tespit edilmiştir. Bu kavramı anlamama seviyesinde olan kontrol grubundaki öğrencilerin oranı %7,69 iken, deney grubundaki öğrencilerin oranı ise %3,85'dir.

Son test verileri incelendiğinde, yay tarafından kişiye uygulanan kuvvetin yönü ve şiddeti ile ilgili kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranının kontrol grubunda %38,46'ya, deney grubunda ise %34,62'ye yükseldiği gözlenmiştir. Bu soruda kontrol grubundaki öğrencilerin anlama seviyelerinde, deney grubundaki öğrencilere göre daha fazla artış gözlenmiştir. Bunun sebebi ise şu şekilde açıklanabilir: Yayın uyguladığı kuvvetin yönü ve şiddeti gibi kavramlar, öğrencilerin yaydaki gerilimi hissedip test edebilecekleri somut deneylerle daha iyi anlaşılabilir. Bu sebeple sanal deneylerin ve animasyonlu uygulamaların kullanıldığı deney grubunda, kontrol grubuna nazaran daha az artış gözlenmiş olabilir. Son testte, kavram yanılgısına sahip kontrol grubundaki öğrencilerinin oranının %50'ye düştüğü, deney grubundaki öğrencilerin oranının ise %57,69'a düştüğü belirlenmiştir. Kavramı kısmen anlayan kontrol grubu öğrencilerinin oranında bir değişiklik saptanmayarak, %11,54 oranında sabit kalmıştır. Deney grubunda ise kavramı kısmen anlayanların oranı %7,69'a çıkmıştır. Kavramı anlamama



durumu son testte her iki grup için de ortadan kalkmıştır. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin onaltıncı sorusunda kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışlarının oranları Tablo 4.43'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.43. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onaltıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

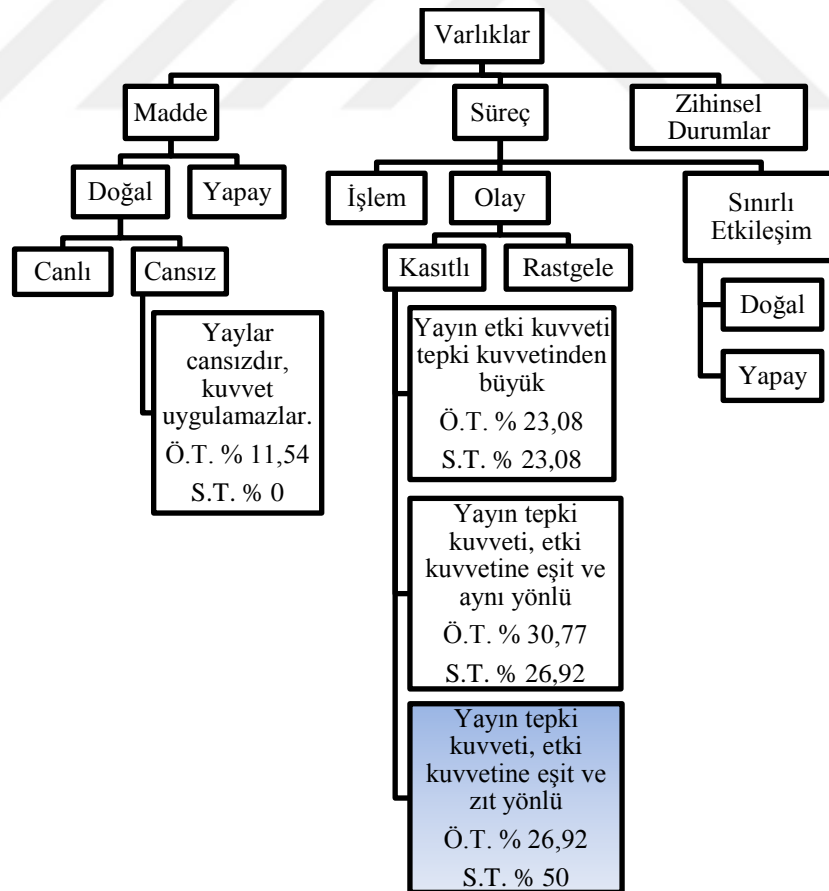
Kavram Yanlışlığı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son test	Ön Test	Son test	Ön Test	Son test	Ön Test	Son test
Yay tarafından öğrenciye, kendisine uygulanan kuvvete eşit büyüklükte ve aynı yönde bir kuvvet uygulanır.	8	7	30,77	26,92	10	9	38,46	34,62
Gerilmiş durumdaki yayda, etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.	6	6	23,08	23,08	6	5	23,08	19,23
Sadece canlılar kuvvet uygular. Cansız varlıklar kuvvet uygulayamazlar.	3	0	11,54	0	3	1	11,54	3,85

Tablo 4.43 incelendiğinde, kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön testte en yüksek oranda sahip oldukları kavram yanlışlığı, “Yay tarafından öğrenciye, kendisine uygulanan kuvvete eşit büyüklükte ve aynı yönde bir kuvvet uygulanır”dır. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda %30,77, deney grubunda ise %38,46’dır. İkinci sırada en çok rastlanan kavram yanlışlığının “Gerilmiş durumdaki yayda, etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür” olduğu tespit edilmiştir. Bu kavram yanlışlığının oranı kontrol ve deney gruplarında %23,08 olarak belirlenmiştir. En az rastlanan kavram yanlışlığının ise “Sadece canlılar kuvvet uygular. Cansız varlıklar kuvvet uygulamazlar” olduğu gözlenmiştir. Bu kavram yanlışlığına sahip kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin oranları birbirine eşit ve %11,54’tür.

Tablo 4.43'teki veriler incelendiğinde, son testte de ön testte olduğu gibi en fazla oranda sahip olunan kavram yanlışlığının “Yay tarafından öğrenciye kendisine uygulanan kuvvete eşit büyüklükte ve aynı yönde bir kuvvet uygulanır” olduğu gözlenmiştir. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranının kontrol grubunda son testte %26,92’ye, deney grubunda ise %34,62’ye gerilediği tespit edilmiştir. Son testte en çok gözlemlenen ikinci kavram yanlışlığı yine "Gerilmiş durumdaki yayda, etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür." olmuştur. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda %23,08 olarak ölçülürken, deney grubunda %19,23 olarak ölçülmüştür. Ön testte olduğu gibi son testte de en az oranda

rastlanan "Sadece canlılar kuvvet uygular. Cansız varlıklar kuvvet uygulamazlar." kavram yanılıgına sahip kontrol grubu öğrencisi kalmazken, deney grubunda bu kavram yanılıgına sahip öğrencilerin oranı %3,85 olarak belirlenmiştir. Bu soru ile ilgili kavram yanılıgısı giderilen öğrencilerin oranları kontrol ve deney grupları için birbirlerine oldukça yakın bulunmuştur. Bu durum sınıf içinde yapılan yaylarla ilgili etkinliklerin öğrencilerin kavram yanılıgılarını giderme hususunda etkili olduğunu göstermiştir. Yapılan farklı uygulamalara rağmen her iki grupta da öğrencilerin bir kısmının uygulama sonunda hala kavram yanılıgılarına sahip oldukları gözlenmiştir.

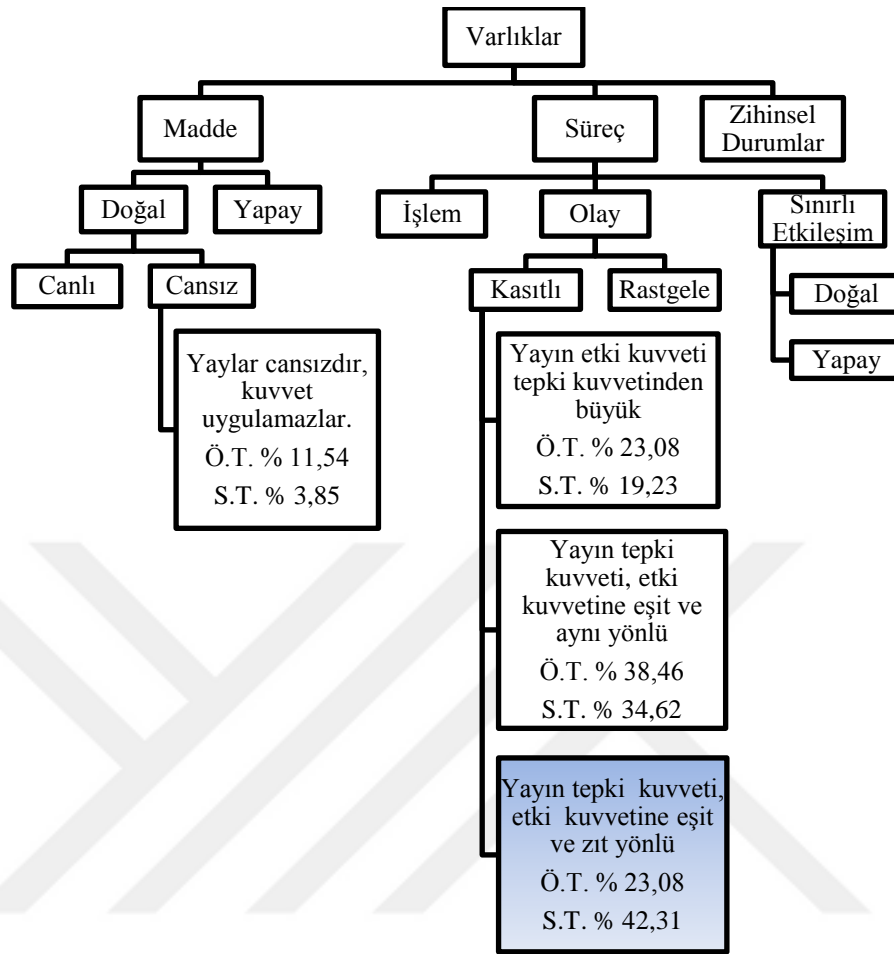
Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin onaltıncı sorusuna kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön testte ve son testte verdikleri cevaplar incelenmiş ve belirlenen kavram yanılıgıları ontolojik açıdan değerlendirilmiştir. Şekil 4.32'de kontrol grubundaki öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin onaltıncı sorusunda ön testte ve son testte belirlenen kavram yanılıgılarının oranları ve ontolojik incelemesi gösterilmiştir.



Şekil 4.32. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onaltıncı Sorusundaki Kavram Yanılıgılarının Ontolojik İncelemesi

Şekil 4.32 kontrol grubundaki öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi onaltıncı sorusuna ön testte ve son testte verdikleri cevaplar ontolojik açıdan değerlendirilmiştir. Şekil 4.32 incelendiğinde, verilen cevapların madde kategorisinin alt kategorisi olan cansız doğal maddeler ve süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisi olmak üzere iki kategoride toplandıkları görülmüştür. Bu sorunun doğru yanıtı olan "Yayın tepki kuvveti, etki kuvvetine eşit ve zıt yönlüdür" kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisinde değerlendirilmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerin ön testte bu soruyu bu şekilde cevaplayan öğrencilerin oranı %26,92 iken, bu oran son testte %50'ye çıkmıştır. Kasıtlı olay kategorisinde sınıflandırılan bir diğer cevap olan "Yayın etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür" cevabını verenlerin oranı kontrol grubu için ön test ve son testte sabit kalmış ve oranı %23,08 olarak belirlenmiştir. Kasıtlı olay kategorisinde yer alan "Yayın tepki kuvveti, etki kuvvetine eşit ve aynı yönlü" kavram yanılıgına sahip olanların oranı ön testte %30,77 iken, bu oran son testte %26,92'ye düşmüştür. Madde kategorisinin alt kategorisi olan doğal tür - cansızlar kategorisindeki "Yaylar cansızdır, kuvvet uygulamazlar" kavram yanılıgına sahip olanların oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu kavram yanılıgınının giderildiği görülmüştür.

Şekil 4.32'den anlaşıldığı üzere, kontrol grubunda bulunan öğrencilerin sahip oldukları yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılıgılarının oranında bir miktar düşme gözlenmiş fakat bu şekilde oluşmuş kavram yanılıgılarının çoğunun son testte hala sürdüğü gözlenmiştir. Bu durum yanal kategoriye yerleştirilmiş kavram yanılıgılarının birbirlerine çok yakın kavramlar olduklarından, bu yanılıgıları düzeltmenin güç olduğu şeklinde yorumlanabilir.



**Şekil 4.33. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onaltıncı Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

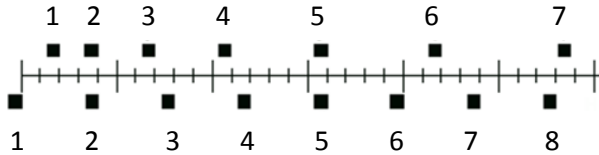
Şekil 4.33'e göre, Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin onaltıncı sorusuna doğru cevap vererek soru ile ilgili kavramı doğru şekilde süreç kategorisinin alt kategorisi olan olay kategorisine yerleştiren ve "Yayın tepki kuvveti, etki kuvvetine eşit ve zıt yönlü" olduğunu ifade eden deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %23,08 iken, son testte bu oranın %42,31'e yükseldiği tespit edilmiştir. Bu soruyla ilgili oluşan iki tür kavram yanılgısı tespit edilmiştir. Bunlardan ilki süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisinin yanal kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılgısı, diğeri ise kavramı maddeselleştirmeden kaynaklanan ve madde kategorisinin doğal tür - cansızlar alt kategorisine yerleştirmeyeyle oluşan kavram yanılgısıdır. Süreç kategorisinin kasıtlı olay yanal kategorisine yerleştirilmesiyle oluşan "Yayın etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür" kavram yanılgısına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %23,08 iken, son testte bu oranın %19,23'e düştüğü görülmüştür. Süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yanal yerleştirmeden dolayı oluşan bir diğer kavram yanılgısı da

"Yayın tepki kuvvetinin, etki kuvvetine eşit ve aynı yönlü olduğu"dur. Bu kavram yanılıgısına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %38,46 iken, son testte bu oran %34,62'ye düşmüştür. Soruda geçen kavramı cansız doğal madde kategorisinde sınıflandıran öğrencilerin oranı %11,54'ten, son testte %3,85'e düşmüştür. Madde kategorisine yerleştirilen kavram yanılıgısının diğer kavram yanılıgılarına göre daha belirgin farklılıkları olduğundan, bu kavram yanılıgısı öğrenciler tarafından daha kolay farkedilip düzeltilebildiği bu çalışmada gözlenmiştir.

Şekil 4.33'teki veriler incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılıgılarının oranında son testte bir düşüş olmasına rağmen, bazı öğrencilerin düşüncelerinin son testte hala değişmediği ve bu kavram yanılıgılarının devam ettiği tespit edilmiştir. Bu durum, yanal kategoriler içerisinde yer alan kavramların birbirlerine çok yakın kavramlar olduğundan, öğrencilerin bunları farkedip düzeltmekte güçlük çektikleri şeklinde açıklanabilir.

### 4.3.17. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onyedinci Sorusuna Ait Analizler

17. 1. İki farklı cismin 1 saniye aralıklarla konumları aşağıdaki şekilde numaralandırılmış karelerle gösterilmektedir. Cisimler sağa doğru hareket etmektedirler.



Cisimlerin aynı hızda oldukları an var mıdır? Varsa hangisidir?

- A. Evet, 2. anda.
- B. Evet, 5. anda.
- C. Evet, 2. ve 5. anda.
- D. Evet, 3. ve 4. anlar arasında.\*
- E. Hayır.
- F. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

17. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Cisimler 2. anda aynı noktadan geçtiklerinden dolayı hızları da eşittir.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- B. Cisimler 5. anda aynı noktadan geçtiklerinden dolayı hızları da eşittir.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- C. Cisimler hareketleri sırasında yan yana geldikleri anda hızları eşittir.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Cisimler 3. ve 4. zaman aralığında eşit yol aldıklarından hızları eşittir.  
(Süreç → İşlem)\*
- E. Farklı hareketler olduklarından hızlarının eşit olduğu bir an yoktur.  
(Süreç → Olay → Rastgele)
- F. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

KHKKT'nin onyedinci sorusunda öğrencilerin hız kavramı ile ilgili görüşleri sorgulanmaktadır. Sorunun birinci bölümünde ve ikinci bölümde "D" seçeneğini seçerek soruyu doğru cevaplayan öğrencilerin, hızı bilimsel tanımı olan birim zamanda alınan yol miktarı olarak tanımladıkları anlaşılmaktadır. Hız kavramının birim zamanda

alının yol miktarı olarak tanımlanması ve alınan yolun zamana bölünerek hesaplanması, bu kavramın süreç kategorisinin işlem alt kategorisine ait olduğunu göstermektedir.

Bu soruda sık karşılaşılan yanlışlardan bir tanesi iki hareketlinin hareketi sırasında aynı anda aynı noktadan geçtikleri için eşit hıza sahip olduklarının düşünülmesidir. Hareket sürecinde farklı hareketlilerin eşit zamanda eşit yol almaları, o anda eşit hıza sahip oldukları anlamına gelmez. O ana kadar alınan toplam yolun geçen zamana bölünmesi ile ortalama hız değeri bulunur ama anlık hız bundan farklı olabilir. Birim zamanda alınan yolun değerlendirilmesi gerekmektedir. Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "A" seçeneğini seçerek veya sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "B" seçeneğini seçerek iki hareketlinin 2. ve 5. anlarda aynı noktadan geçtikleri için eşit hıza sahip olduğunu belirten öğrencilerin bu süreci olay kategorisinde değerlendirdikleri anlaşılmaktadır. Bu kavram yanlışına sahip öğrenciler hız kavramını birim zaman zarfında değerlendirememiş, olay sırasında aynı anda aynı noktadan geçtikleri için o anda eşit hıza sahip olduklarını belirtmişlerdir. Sorunun bu şekilde cevaplanması hız kavramının süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanlış yerleştirildiğini göstermektedir.

Hızlanan hareket ve sabit hızla hareket yapmakta olan iki hareketlinin yan yana geldikleri anda eşit hıza sahip olduklarının belirtilmesi sık karşılaşılan kavram yanlışlarından bir tanesidir. Bu durum, hız kavramının olay kategorisinde değerlendirildiğini ve hareketlilerin yan yana geldikleri anda eşit hıza sahip olduklarının düşünüldüğünü göstermektedir. Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "C" seçeneklerinin seçilerek sorunun cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir. Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "E" seçeneklerinin seçilerek, farklı hareketler olduklarından hızlarının eşit olduğu bir an olmadığını belirtilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir.

Öğrencilerin hız kavramı ile ilgili anlama seviyeleri değerlendirilmiş, bu kavramla ilgili sahip oldukları kavram yanlışları ontolojik açıdan incelenmiş ve bu kavram yanlışlarının kaynakları ontoloji temelinde belirlenmiştir. Kontrol ve deney

gruplarındaki öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.44'te sunulmuştur.

**Tablo 4.44. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onyedinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	0	4	0	15,38	2	11	7,69	42,31
<b>Kısmen Anlama</b>	1	1	3,85	3,85	1	1	3,85	3,85
<b>Kavram Yanılgısı</b>	24	21	92,31	80,77	23	13	88,46	50
<b>Anlamama</b>	1	0	3,85	0	0	1	0	3,85

Tablo 4.44 incelendiğinde, iki farklı hareketlinin hız değişimlerini doğru şekilde karşılaştırabilen ve hız kavramını tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencisi ön testte bulunmazken, son testte %15,38 oranında belirlenmiştir. Deney grubunda ise hız kavramını tam ve doğru anlayanların oranı ön testte %7,69 iken, son testte %42,31'e yükselmiştir. Deney grubunun kavramsal anlama düzeylerinde, kontrol grubuna göre çok daha büyük bir artış yaşanmıştır. Öğrencilerin hayallerinde canlandırmada zorlandıkları kavramları, animasyon destekli öğretimde olduğu gibi, yavaşlatma, tekrar oynatma imkanları tanınan görselliği zenginleştirilmiş uygulamalar yardımıyla daha kolay öğrenebilmektedirler. Kavramı kısmen anlayan öğrencilerin oranı her iki grup için de ön testte ve son testte %3,85 olarak belirlenmiştir. Kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubu için ön testte %92,31 ve son testte %80,77 olarak bulunmuştur. Deney grubunda ise kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı ön testte %88,46 iken, son testte bu oran %50'ye düşmüştür. Kavramı anlayamayan öğrenciler ise kontrol grubunda ön testte %3,85 oranında ve deney grubunda son testte %3,85 oranında bulunmuştur.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onyedinci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesidir. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanılgıları Tablo 4.45'te gösterilmiştir.

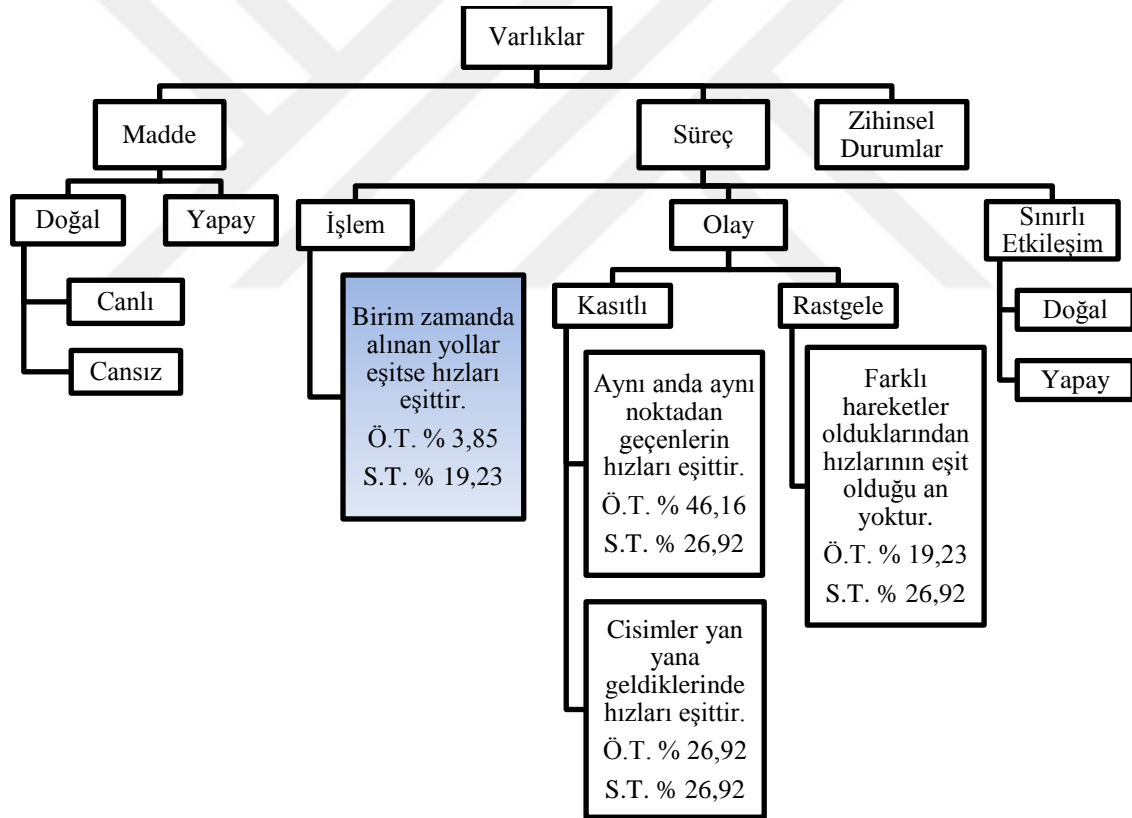


**Tablo 4.45. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son testinin Onyedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Cisimler 2. anda aynı noktadan geçtiklerinden dolayı hızları da eşittir.	8	2	30,77	7,69	3	2	11,54	7,69
Cisimler 5. anda aynı noktadan geçtiklerinden dolayı hızları da eşittir.	3	5	11,54	19,23	7	2	26,92	7,69
Cisimler hareketleri sırasında yan yana geldikleri anda hızları eşittir.	7	7	26,92	26,92	8	6	30,77	23,08
Farklı hareketler olduklarından hızlarının eşit olduğu bir an yoktur.	5	7	19,23	26,92	4	3	15,38	11,54
Cisimler 2. ve 5. zaman aralığında eşit yol aldıklarından hızları eşittir.	1	0	3,85	0	1	0	3,85	0

Tablo 4.45'teki veriler incelendiğinde, öğrencilerin en çok belli anlarda aynı noktadan geçtikleri için veya yan yana geldikleri anda eşit hıza sahip oldukları konusunda yanılgıya düştükleri anlaşılmaktadır. Kontrol grubu ön testte en çok, "2. anda iki hareketli aynı anda aynı noktadan geçtiği için eşit hıza sahiptirler" ifadesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu kavram yanılgısının oranı ön testte kontrol grubu için %30,77 ve deney grubu için %11,54 olarak belirlenmiştir. Son testte ise her iki grubun oranında da düşüş yaşanmıştır. Bu kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı son testte kontrol grubunda ve deney grubunda %7,69'a düşmüştür. "5. anda iki hareketli aynı anda aynı noktadan geçtikleri için eşit hıza sahiptirler" ifadesi, iki grubun da yine oldukça fazla oranda yanılgıya düştükleri ifade olmuştur. Bu yanılgının oranı ön testte kontrol grubu için %11,54, deney grubu için ise %26,92 olarak bulunmuştur. Bu yanılgının oranı deney grubunda son testte düşerken, kontrol grubunda ise yükselmiştir. Kontrol grubunda yanılgının oranı son testte %19,23'e yükselmiş, deney grubunda ise %7,69'a düşmüştür. Deney grubunda yapılan çalışmalarda, öğrencilerin hareketlilerin hareketini detaylı şekilde izleme fırsatı bulabilmeleri, onların kavramsal gelişimleri açısından katkı sağlamıştır ve kavram yanılgılarının birçoğunun giderilebilmiştir. Ön testte deney grubu öğrencilerinin ise en fazla oranda yanılgıya düştükleri ifade "cisimler yan yana geldikleri anda hızları eşittir" ifadesi olmuştur. Bu yanılgının oranı ön testte kontrol grubu için %26,92 olarak, deney grubu için ise %30,77 olarak bulunmuştur. Son testte bu yanılgının oranı kontrol grubunda sabit kalırken, deney grubunda azaldığı tespit edilmiştir. Son testte kontrol grubunda bu yanılgıya sahip olanların oranı %26,92'de

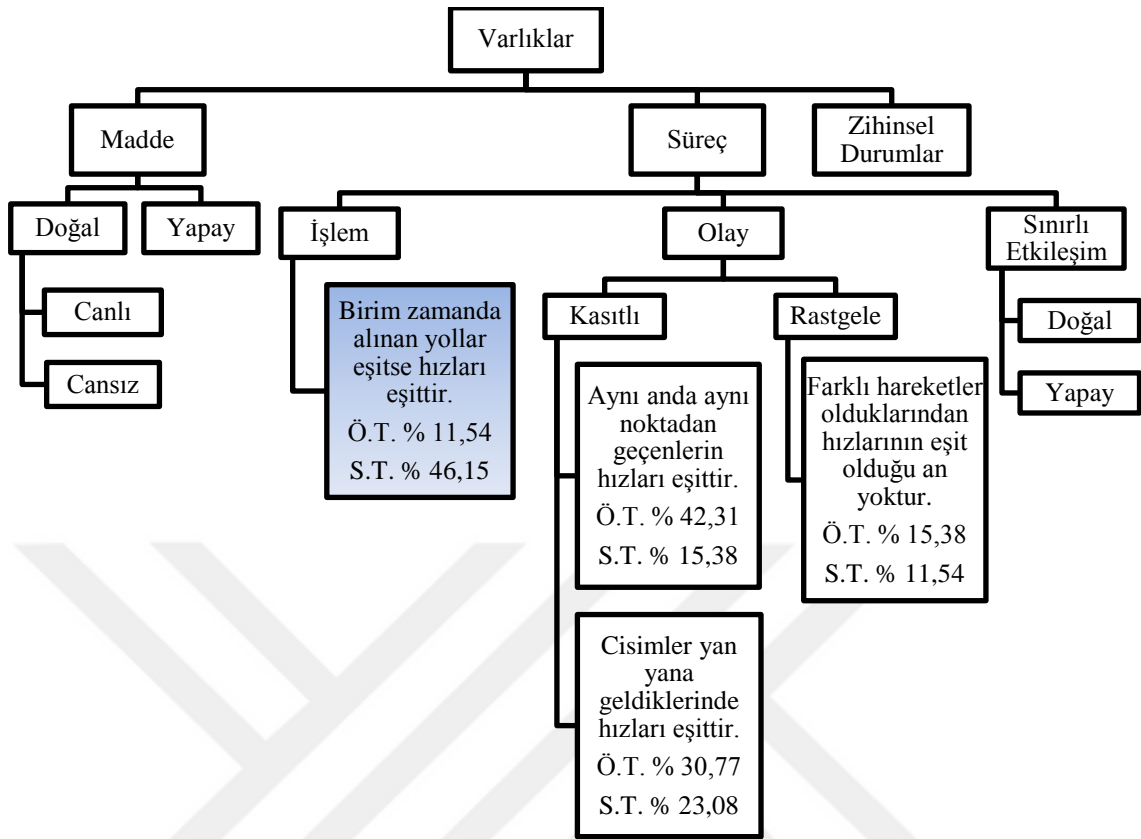
sabit kalırken, deney grubunda %23,08'e düşmüştür. "Farklı hareketler olduklarından, iki hareketlinin hızlarının eşit olduğu bir an yoktur" ifadesi ise yine her iki grup öğrencilerinin yüksek oranda yanılıya düştükleri ifade olmuştur. Bu yanılığın oranı kontrol grubu için ön testte %19,23 ve son testte %26,92 olarak bulunmuştur. Kontrol grubunda, bu yanılığın oranının son testte artması dikkat çeken bir sonuç olmuştur. Yapılan öğretime rağmen kontrol grubundaki öğrencilerin kavram kargaşalarının artarak devam ettiği görülmektedir. Deney grubunda ise ön testte bu yanılığın oranı %15,38 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür. Bu soruda belirlenen son kavram yanılığı ise, her iki gruptan da birer öğrencinin (%3,85) ön testte kendi ifadeleri ile belirttikleri "cisimler 2. ve 5. zaman aralığında eşit yol aldıkları için hızları eşittir" ifadesi olmuştur. Bu yanılığın son testte ortadan kalkmıştır.



**Şekil 4.34. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onyedinci Sorusundaki Kavram Yanılıklarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.34 incelendiğinde hız kavramını, birim zamanda alınan yol miktarı olarak açıklayan ve kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine doğru yerleştirebilen öğrencilerin oranının ön testte %3,85 ve son testte %19,23 olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte hız

kavramını doğru şekilde açıklamada zorlandıkları ve kavram yanlışlarının çoğunun yapılan öğretim sonucunda da giderilemediği tespit edilmiştir. Bu soruda belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan kasıtlı olay kategorisine, ikincisi ise rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır. Kasıtlı olay kategorisi içerisinde iki farklı kategori, rastgele olay kategorisi içerisinde ise bir kategori oluşturulmuştur. Öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanlışları, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan, "Aynı anda aynı noktadan geçenler eşit hıza sahiptir." kavram yanlışlarıdır. Bu yanlışın oranı ön testte %46,16 iken, son testte bu oran %26,92'ye düşmüştür. Yanlışın oranı son testte düşmesine rağmen, yine de birçok öğrencinin bu konudaki düşüncesi değişmemiştir. Kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen bir diğer kavram yanlışları ise, "Cisimler yan yana geldikleri anda hızları eşittir." ifadesidir. Bu yanlışın oranı son testte değişmeyerek, ön testte ve son testte %26,92 olarak bulunmuştur. Bu yanlışları sahip öğrenciler, bir önceki yanlışları olduğu gibi, hız kavramını kasıtlı olay kategorisinde değerlendirmişler ve cisimlerin yan yana geldikleri anda eşit hıza sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu soruda belirlenen son kavram yanlışları ise, rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan, "İki hareketlinin farklı hareketler yaptığından, eşit hıza sahip oldukları bir an yoktur." düşüncesidir. Bu yanlışları sahip öğrenciler, hız kavramını doğru şekilde değerlendirememişler ve rastgele bir olay olarak görerek, hareketlilerin birim zamanda aldıkları yolları doğru şekilde karşılaştıramamışlardır. Bu durumdaki öğrencilerin oranı ise ön testte %19,23 ve son testte %26,92 olarak bulunmuştur. Son testte yanlışın oranı kontrol grubunda azalmamış, aksine artmıştır. Yapılan öğretim sonucunda öğrencilerin kafa karışıklığının daha çok arttığı ve kavram yanlışlarını düzeltmedikleri görülmüştür.



**Şekil 4.35. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onyedinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.35 incelendiğinde hız kavramını, birim zamanda alınan yol miktarı olarak açıklayan ve kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisine doğru yerleştirebilen öğrencilerin oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %46,15'e yükselmiştir. Deney grubunda hız kavramını doğru kategoriye yerleştirenlerin oranının oldukça arttığı ve kavram yanılgılarının birçoğunun giderildiği gözlenmiştir. Bu soruda belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan kasıtlı olay kategorisine, ikincisi ise rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılgılarıdır. Kasıtlı olay kategorisi içerisinde iki farklı kategori, rastgele olay kategorisi içerisinde ise bir kategori oluşturulmuştur. Öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılgısı, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan, "Aynı anda aynı noktadan geçenler eşit hıza sahiptir." kavram yanılgısıdır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin en fazla oranda aynı kavram yanılgısı üzerinde yoğunlaştıkları belirlenmiştir. Bu yanılgının oranı ön testte %42,31 iken, son testte yanılgı büyük

oranda giderilerek, bu oran %15,38'e düşmüştür. Deney grubunun kavramsal değişimi en fazla oranda bu kavram yanılığında gerçekleşmiştir. Kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen bir diğer kavram yanılığı ise, "Cisimler yan yana geldikleri anda hızları eşittir." ifadesidir. Bu yanılığın oranı ön testte %30,77 iken, son testte bu oran %23,08'e düşmüştür. Bu yanılığa sahip öğrenciler, bir önceki yanılığda olduğu gibi, hız kavramını kasıtlı olay kategorisinde değerlendirmişler ve cisimlerin yan yana geldikleri anda eşit hıza sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu soruda belirlenen son kavram yanılığı ise, rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan, "İki hareketlinin farklı hareketler yaptığından, eşit hıza sahip oldukları bir an yoktur." ifadesidir. Bu yanılığa sahip öğrenciler, hız kavramını doğru şekilde değerlendirememişler ve rastgele bir olay olarak görerek, hareketlilerin birim zamanda aldıkları yolları doğru şekilde karşılaştıramamışlardır. Bu durumdaki öğrencilerin oranı ise ön testte %15,38 ve son testte %11,54 olarak bulunmuştur. Son testte yanılığın oranında azalma gözlenmiştir.

### 4.3.18. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Onsekizinci Sorusuna Ait Analizler



18.1.

Bir lastik top belli bir yükseklikten yere doğru fırlatılmaktadır. Buna göre aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur? (Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

- A. Top ilk yüksekliğinden daha yukarı zıplar.\*
- B. Top ilk yüksekliğinden daha az zıplar.
- C. Top ilk bırakıldığı yüksekliğe zıplar.
- D. Topun ne kadar zıplayacağı bilinemez.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

18.2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Top yere çarpınca etki-tepki prensibine göre top aynı mesafeye zıplar.  
(Süreç → Olay → Rastgele)
- B. Başlangıçta topa bir kuvvet uygulanmıştır , buna bir de yerin uyguladığı kuvvet eklenir ve top daha yükseğe çıkar. (Süreç → Olay → Rastgele)
- C. Top esnek olduğu için yere çarpınca bir de esneklik potansiyel enerjisi kazanır ve bu enerjiyle top daha yükseğe zıplar. (Süreç → Olay → Rastgele)
- D. Top belli bir yükseklikten fırlatıldığı için başlangıçta potansiyel ve kinetik enerjiye sahiptir. Sonra bu toplam enerji tamamen potansiyel enerjiye dönüşür ve top daha yükseğe zıplar. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- E. Top yere çarpınca enerji kaybeder ve daha az yukarı zıplar.  
(Süreç → Sınırlı Etkileşim → Doğal)
- F. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde yer alan onsekizinci soruda, kinetik enerji, potansiyel enerji ve enerji dönüşümleri kavramlarına dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu soruda belli bir yükseklikten yere doğru fırlatılan bir topun, ne kadar yükseğe zıplayacağı ile ilgili öğrenci görüşmeleri sorgulanmaktadır. Belli bir

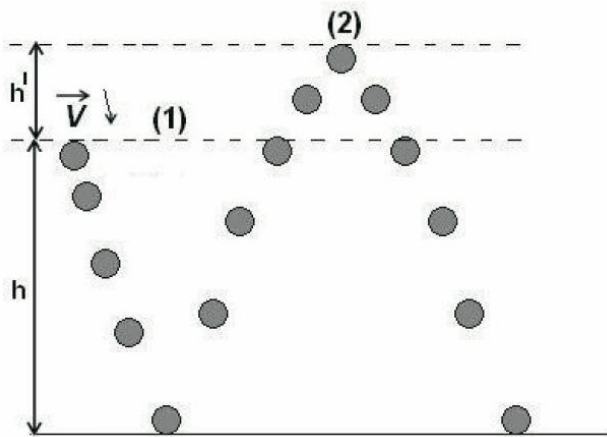
yükseklikten yere doğru hızla fırlatılan topun, başlangıç konumunda yüksekliğinden dolayı potansiyel enerjisi, hızından dolayı da kinetik enerjisi vardır. Topun sahip olduğu toplam enerji, potansiyel ve kinetik enerjisinin toplamı kadardır. Yere yaklaşırken hızı ve kinetik enerjisi artarken, potansiyel enerjisi azalmaktadır. Soruda sürtünmenin ihmal edildiği belirtildiğinden, hareketi sırasında veya yere çarpma anında sürtünmeden dolayı enerji kaybı olmadığı varsayılmaktadır. Top yere çarptığı anda bütün enerji kinetik enerjiye dönüşmüştür. Top zıplayıp tekrar yükselirken kinetik enerjisi azalmakta ve potansiyel enerjisi artmaktadır. Tepe noktasına ulaştığında ise başlangıçta sahip olunan potansiyel ve kinetik enerjinin tamamı sadece potansiyel enerjiye dönüşmektedir. Dolayısıyla topun fırlatıldığı ilk yüksekliğinden daha yüksek bir konuma yükselmektedir. Dolayısıyla sorunun doğru cevabı birinci bölümde "A" ve ikinci bölümde "D" seçenekleridir. Topun yere ilk hızla fırlatılması ve topun ilk yüksekliğinden daha yükseğe zıplaması olayı kasıtlı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu kavram süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisinde yer almaktadır. Bu sorunun doğru cevabının görsel olarak açıklaması Şekil 4.36'da görülmektedir.

Bu sorunun ilk bölümünde "A" seçeneğinin işaretlenerek topun daha yükseğe zıplayacağını belirtmesi fakat bunun sebebinin yanlış açıklanması rastgele olay kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir. Örneğin ikinci bölümde "B" seçeneğini işaretleyenler topun yükselmesi olayını enerji kavramı yerine kuvvet kavramıyla açıklamaya çalışmaktadırlar. Başlangıçta topu fırlatırken uygulanan kuvvete bir de yerin uygulayacağı kuvvetin ekleneceği, böylelikle topun daha çok yükseleceği belirtilmektedir. Bu durum süreç kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığına işaret etmektedir. Topun daha yükseğe zıplaması olayının sorunun ikinci bölümünde "C" seçeneğinin işaretlenerek, topun esneklik özelliğiyle ve esneklik potansiyel enerjisiyle açıklanmaya çalışılması yine süreç ontolojik kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Bu soruya verilen yanlış cevaplardan bir tanesi de topun ilk bırakıldığı yüksekliğe zıplayacağıdır. Sorunun ilk bölümünde "C" seçeneğini ve ikinci bölümünde "A" seçeneğini işaretleyen öğrenciler, topun zıplaması olayını enerji dönüşümü ile değil de etki-tepki prensibi ile açıklamaya çalışmaktadırlar. Topun yere çarpması sırasında topun

yere uyguladığı etki kuvveti ile yerin topa uyguladığı tepki kuvvetinin birbirine eşit olduğu, bu yüzden de topun aynı yüksekliğe zıplayacağını belirtmektedirler. Bu durum süreç kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığının varlığını göstermektedir.

Bu soruda belirlenen bir diğer kavram yanılığı da, sorunun birinci bölümünde "B" ve ikinci bölümünde "E" seçeneğinin seçilerek, top yere çarptığında sürtünmeden dolayı enerji kaybedileceğinin ve bu sebeple topun daha az yükseleceğinin belirtilmesidir. Öğrencilerin bu şekilde açıklama yaparak, topun daha az yükselmesini, yere çarptığı sırada sürtünmeden dolayı enerji kaybına dayandırması, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan sınırlı etkileşim kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığının varlığını göstermektedir. Bu açıklama tam olarak yanlış sayılmasa da, eksik ifadeler içermektedir. Çünkü soruda sürtünmenin ihmal edildiği özellikle ifade edilmekte ve soru cevaplanırken bu şekilde düşünülmesi gerekmektedir. Normal şartlarda düşünüldüğünde, havanın ve zeminin sürtünmesinden bir miktar enerji kaybı gerçekleşebilir ama bu soruda sürtünme ihmal edildiğinden enerji kaybı söz konusu değildir. Topun sürtünmesiz yüzeyde yere çarpması sırasında enerji kaybı olmayacağından, topun daha az yükselmesi de gerçekleşmeyecek aksine top daha çok yükselecektir.



$$E_T = E_{K1} + E_{P1}$$

$$E_{K1} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

$$E_{P1} = m \cdot g \cdot h$$

$$E_T = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 + m \cdot g \cdot h$$

$$E_T = E_{K2} + E_{P2}$$

$$E_{K2} = 0$$

$$E_{P2} = m \cdot g \cdot (h + h')$$

$$E_T = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 + m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot (h + h')$$

**Şekil 4.36. Topun Belli Bir Yükseklikten İlk Hızla Fırlatılmasından Sonra Topun Daha Fazla Yükseleceğinin Gösterimi (Cerit Berber (2008)'den Adapte Edilmiştir)**



Öğrencilerin enerji dönüşümleri ile ilgili anlama seviyeleri, Tablo 4.11'de belirtilen kriterlere göre sınıflandırılmış ve öğrencilerin ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.46'da verilmiştir. Daha sonra öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiş ve bu kavram yanlışlarının kaynakları ontolojik açıdan değerlendirilmiştir.

**Tablo 4.46. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onsekizinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	2	7	7,69	26,92	3	14	11,54	53,85
<b>Kısmen Anlama</b>	2	2	7,69	7,69	6	2	23,08	7,69
<b>Kavram Yanılgısı</b>	22	16	84,62	61,54	17	10	65,38	38,46
<b>Anlamama</b>	0	1	0	3,85	0	0	0	0

Tablo 4.46 incelendiğinde, uygulamalardan önce yapılan ön testte, kontrol grubundaki öğrencilerin %7,69'unun ve deney grubundaki öğrencilerin %11,54'ünün cisimlerin sahip oldukları potansiyel ve kinetik enerjinin birbirine dönüşümleri ile ilgili kavramları tam ve doğru anladığı, kontrol grubundaki öğrencilerin %7,69'unun ve deney grubundaki öğrencilerin %23,08'inin gerekçeyi doğru açıklayarak kavramı kısmen anladığı, kontrol grubundakilerin %84,62'sinin ve deney grubundakilerin %65,38'inin kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 4.46'da yer alan son test verileri incelendiğinde, kontrol grubunda kavramı tam anlayanların oranının %26,92'ye, deney grubunda ise tam anlayanların oranının %53,85'e yükseldiği görülmektedir. Son testte kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda 61,54'e düşerken, deney grubunda ise 38,46'ya düşmüştür. Kontrol grubunda kavramı kısmen anlayanların oranı %7,69'da kalırken, deney grubunda kavramı kısmen anlayanların oranı %7,69'a düşmüştür. Kontrol grubundaki öğrencilerin %3,85'i son testte kavramı anlamama seviyesinde belirlenmiştir. Her iki grupta da son testte kavramı doğru anlayanların oranında yükselme olmasına rağmen, deney grubundaki öğrencilerin oranındaki artış kontrol grubundan daha fazla olmuştur. Bu soruda belirlenen kavram yanlışlığını gidermek amacıyla hazırlanan animasyonun

ders etkinliklerinde kullanımı, deney grubu öğrencilerinin kavram öğrenme düzeylerini kontrol grubu öğrencilerine göre daha fazla arttırmıştır.

**Tablo 4.47. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Onsekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Top yere çarpınca etki-tepki prensibine göre top aynı mesafeye zıplar.	8	5	30,77	19,23	4	2	15,38	7,69
Başlangıçta topa bir kuvvet uygulanmıştır, buna bir de yerin uyguladığı kuvvet eklenir ve top daha yükseğe çıkar.	5	3	19,23	11,54	3	5	11,54	19,23
Top esnek olduğu için yere çarpınca bir de esneklik potansiyel enerjisi kazanır ve bu enerjiyle top daha yükseğe zıplar.	2	2	7,69	7,69	6	1	23,08	3,85
Top yere çarpınca enerji kaybeder ve daha az yukarı zıplar.	6	6	23,08	23,08	3	2	11,54	7,69
Topa ne kadar kuvvet etki ettiğini bilmediğimiz için topun da ne kadar yükseğe çıkacağını bilemeyiz.	1	0	3,85	0	1	0	3,85	0

Tablo 4.47 incelendiğinde, ön testte kontrol grubunun en fazla oranda sahip olduğu kavram yanılgısının, "Top yere çarpınca etki-tepki prensibine göre top aynı mesafeye zıplar." olduğu görülmektedir. Bu kavram yanılgısının oranı ön testte kontrol grubu için %30,77 iken, deney grubu için %15,38 olarak bulunmuştur. Son testte bu kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı iki grupta da düşmüştür. Belirtilen kavram yanılgısının oranı kontrol grubunda %19,23'e düştüğü, deney grubunda ise %7,69'a düştüğü belirlenmiştir.

Ön testte deney grubunun en fazla oranda sahip olduğu kavram yanılgısı ise "Top esnek olduğu için yere çarpınca bir de esneklik potansiyel enerjisi kazanır ve bu enerjiyle top daha yükseğe zıplar." ifadesidir. Bu kavram yanılgısının oranı ön testte deney grubunda %23,08, kontrol grubunda ise %7,69 olarak belirlenmiştir. Son testte bu kavram yanılgısının oranı kontrol grubunda değişmeyerek %7,69'da kaldığı, deney grubunda ise %3,85'e düştüğü tespit edilmiştir.

Kontrol grubunun ön testte ikinci sırada, son testte ise en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılgısı "Top yere çarpınca enerji kaybeder ve daha az yukarı zıplar." ifadesidir. Bu kavram yanılgısının oranı kontrol grubu için ön testte %23,08 olarak

belirlenmiş ve son testte bu oranın değişmeyerek %23,08'de kaldığı tespit edilmiştir. Deney grubu ise ön testte %11,54 oranında bu kavram yanlışlığına sahipken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür. Eğer soruda topun yere doğru fırlatıldığı belirtilmeseydi, bu ifade doğru olabilirdi. Çünkü yere çarptığında top enerjisinin bir kısmını sürtünmeden dolayı kaybeder ve top ilk yüksekliğinden daha az yüksekliğe zıplar.

Deney grubunun son testte en fazla oranda sahip olduğu kavram yanlışlığı ise "Başlangıçta topa bir kuvvet uygulanmıştır, buna bir de yerin uyguladığı kuvvet eklenir ve top daha yükseğe çıkar." şeklindedir. Bu kavram yanlışlığının oranı ön testte kontrol grubu için %19,23, deney grubu için ise %11,54 olarak belirlenmiştir. Son testte bu kavram yanlışlığının oranı kontrol grubunda %11,54'e düşmüş, deney grubunda ise %19,23'e yükselmiştir.

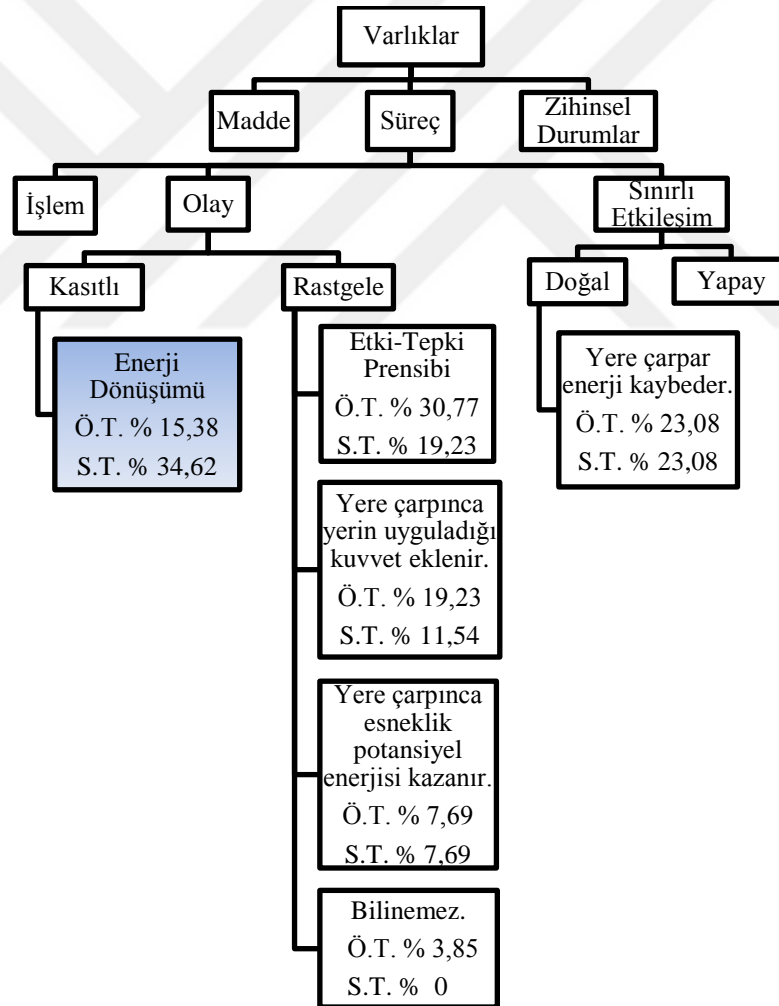
Her iki grubun da hem ön testte, hem de son testte en az oranda sahip oldukları kavram yanlışlığı "Topa ne kadar kuvvet etki ettiğini bilmediğimiz için, topun da ne kadar yükseğe çıkacağını bilemeyiz." ifadesi olmuştur. Ön testte kontrol ve deney grubundaki öğrenciler %3,85 oranında bu kavram yanlışlığına sahipken, son testte bu kavram yanlışlığının iki grup için de ortadan kalktığı belirlenmiştir.

Tablolardaki veriler incelendiğinde, öğrencilerin enerji dönüşümü ile ilgili birçok kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmektedir. Bu sorunun cevaplanması sırasında en çok dikkat çeken kavram yanlışlıkları, topun zıpladıktan sonra yükseleceği mesafeyi etki-tepki prensibiyle açıklanması, yere çarpma sırasındaki enerji kaybıyla açıklanması ve topun esneklik potansiyel enerjisiyle açıklanmasıdır. Bu durumun ortaya çıkmasındaki en büyük etken, öğrencilerin problem durumlarını çözmede, kendi günlük hayat tecrübelerinden yararlanmaya çalışmalarıdır. Öğrencilerin ön bilgilerinde eksiklikler ve yanlışlıklar olabileceği gibi, edinmiş oldukları yaşam tecrübelerini yanlış bir şekilde kategorize etmiş de olabilmektedirler. Bu gibi durumlar öğrencilerin ön bilgilerinde kavram karmaşası yaşamalarına ve düşüncelerini yanlış veya eksik ifade etmelerine sebep olabilmektedir.

Yapılan öğretim sonucunda, kavramsal karışıklıkların azaltılması ve öğrencilerin kavram yanlışlıklarını düzeltmesi beklenirken, bazı durumlarda bunun tersi de olabilmektedir. Örneğin bu sorunun analizi sırasında deney grubunda gözlenen "Başlangıçta topa bir kuvvet uygulanmıştır, buna bir de yerin uyguladığı kuvvet eklenir

ve top daha yükseğe çıkar." kavram yanlışlığının oranının son testte artması dikkat çeken bir sonuç olmuştur. Bazı durumlarda öğrenciler öğrenme sırasında, kavramsal değişimi gerçekleştirip, yerine farklı kavram yanlışları yerleştirebilmektedirler. Bu duruma engel olabilmek için, öğrencilerin yapılan etkinliği nasıl anlamlandırdıkları sık sık kontrol edilmelidir.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin onsekizinci sorusu için yapılan son işlem olan, kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'de gösterilmiştir. Şekil 4.37 kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.38 ise deney grubu öğrencilerinin KHKK ön test ve son testinde belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik incelemesini göstermektedir.



Şekil 4.37. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onsekizinci Sorusundaki Kavram Yanlışlarının Ontolojik İncelemesi

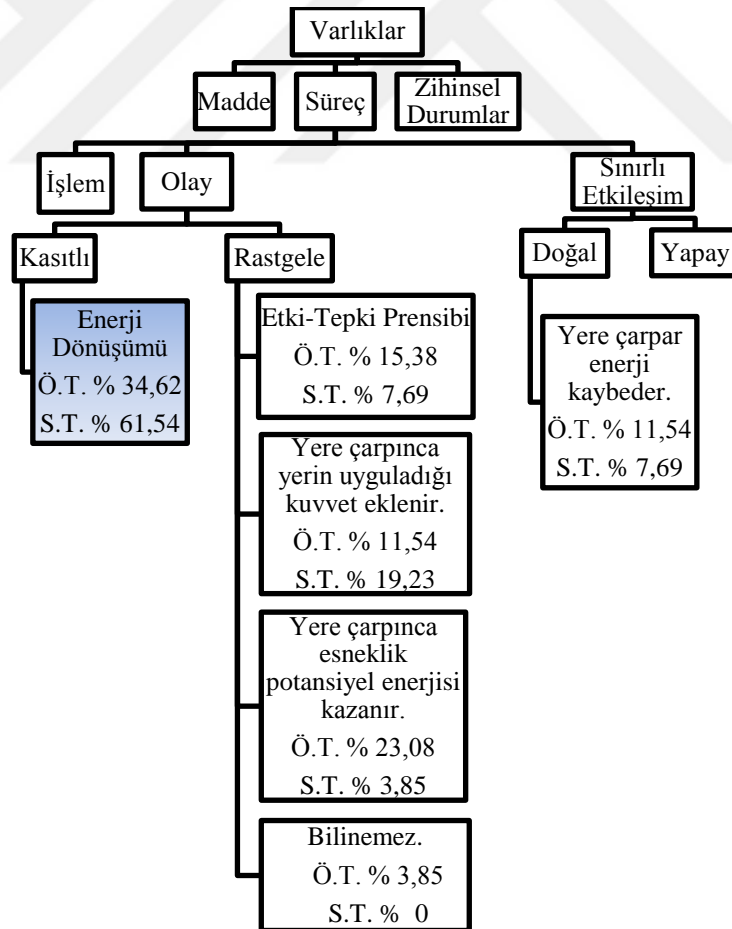
Şekil 4.37 incelendiğinde, KHKKT'nin onsekizinci sorusunda bahsedilen, potansiyel ve kinetik enerjinin birbirine dönüşümünü doğru bir şekilde açıklayan ve ilgili kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine doğru yerleştirebilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %15,38 iken, son testte %34,62'ye çıktığı belirlenmiştir. Kontrol grubunda yapılan geleneksel çalışmalar, öğrencilerin kavramı anlama düzeylerinin artmasında etkili olmuştur.

Bu soruda, kinetik enerji, potansiyel enerji, enerji dönüşümleri ve bu kavramların hangi değişkenlerden etkilendiği ile ilgili belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde iki farklı kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan birincisi süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisinin yanıl kategorilerine yerleştirmekten kaynaklanan, ikincisi ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır.

Ön testte kontrol grubu öğrencilerinin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılığı, topun zıpladıktan sonraki konumunu enerji dönüşümü ile açıklamak yerine, etki-tepki prensibi ile açıklamaktan kaynaklanan kavram yanılığıdır. Bu yanılığı süreç kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisine yerleştirilmesiyle oluşmuştur. Bu yanılığın oranı kontrol grubu için ön testte %30,77 ve son testte %19,23 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranının son testte azaldığı gözlenmiştir. İkinci sırada belirlenen kavram yanılığı ise, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirilmesi gereken kavramın, doğal sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılığıdır. Bu kavram yanılığının oranı ön testte ve son testte %23,08 olarak bulunmuştur. Bu kavram yanılığına sahip öğrenciler, topun yere çarptığı sırada sürtünmeden dolayı enerji kaybedeceğini, bu yüzden topun ilk yüksekliğinden daha az zıplayacağını belirtmektedirler. Oysa ki, soruda sürtünmenin ihmal edildiği ifade edilmektedir. Buradan, öğrencilerin soruyu cevaplarırken günlük deneyimlerinden etkilendikleri fark edilmektedir. Öğrenciler, günlük tecrübelerine dayanarak, topu ellerinden bıraktıklarında top yere çarptığı sırada sürtünmeden dolayı topun enerji kaybederek, daha az yükseleceğini ifade etmektedirler. Bu ifade serbest düşme hareketi yapan bir cisim için doğru olmakla birlikte, bu soruda bahsedilen yere doğru hızla fırlatılma ve sürtünmesiz ortamda gerçekleşme durumunda yanlışlar içermektedir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin bu kavram yanılığını hayat tecrübelerine dayandırdıklarından, kavramsal değişimin gerçekleşmesi güçleşmiştir.

Süreç kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisinde belirlenen ikinci yanıl kategoride, öğrenciler top yere çarpınca yerin uyguladığı kuvvetin de eklenerek topun daha yükseğe zıplayacağını belirtmişlerdir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %19,23 iken, son testte %11,54'e düşmüştür. Rastgele olay kategorisine yerleştirilen üçüncü yanıl kategoride ise öğrenciler, top yere çarptığında esneklik potansiyel enerjisinin de eklenmesiyle topun daha yükseğe zıplayacağını belirtmişlerdir. Bu kavram yanılığın sahip öğrencilerin oranı ön testte ve son testte %7,69 olarak tespit edilmiştir. Rastgele olay kategorisinde belirlenen dördüncü yanıl kategoride ise, topa ne kadar kuvvet etki ettiğini bilmediğimiz için, topun ne kadar yükseleceğini de bilemeyiz ifadesi yer almaktadır. Bu yanılığın oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu yanılığ ortadan kalkmıştır.



**Şekil 4.38. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Onsekizinci Sorusundaki Kavram Yanılığının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.38 incelendiğinde, KHKKT'nin onsekizinci sorusunda yer alan, potansiyel ve kinetik enerjinin birbirine dönüşümünü doğru bir şekilde açıklayan ve ilgili kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine doğru yerleştirebilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %34,62 iken, son testte bu oran %61,54'e çıkmıştır. Deney grubunda son testte yaşanan bu yükseliş, animasyon destekli öğretimin, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Bu soruda, kinetik enerji, potansiyel enerji, enerji dönüşümleri ve bu kavramların hangi değişkenlerden etkilendiği ile ilgili belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde iki farklı kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan birincisi süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisinin yanıl kategorilerine yerleştirmekten kaynaklanan, ikincisi ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır.

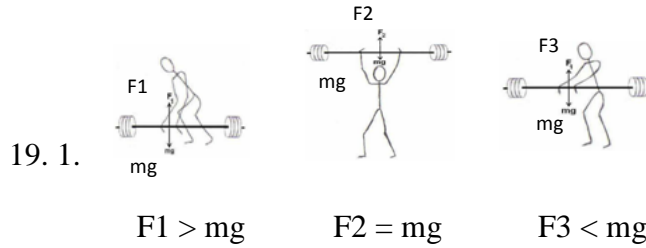
Deney grubunun ön testte en fazla oranda, "top yere çarptığında esneklik potansiyel enerjisi de eklenerek top daha fazla yükselir" ifadesinde yanılıya düştükleri belirlenmiştir. Süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yanıl yerleştirilmesiyle oluşan bu kavram yanlışının oranı deney grubu için ön testte %23,08 ve son testte %3,85 olarak belirlenmiştir.

Rastgele olay kategorisine yanıl yerleştirmekten kaynaklanan ikinci kavram yanlışlığı, topun zıpladıktan sonraki konumunu enerji dönüşümü ile açıklamak yerine, etki-tepki prensibi ile açıklamaktan kaynaklanmaktadır. Bu kavram yanlışlığının oranı deney grubu için ön testte %15,38, son testte ise %7,69 olarak hesaplanmıştır. Belirlenen üçüncü yanıl kategoride ise "top yere çarpınca yerin uyguladığı kuvvet de eklenerek top daha yükseğe zıplar" ifadesi yer almaktadır. Topun zıpladıktan sonraki konumunu bu şekilde açıklayan öğrencilerin oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oran artarak %19,23'e ulaşmıştır. Bu durumda, öğrencilerin öğrenme sırasında, kavramsal değişimi gerçekleştirdiği fakat yerine farklı kavram yanlışları oluşturduğu görülmektedir. Rastgele olay kategorisine yanıl yerleştirilen dördüncü kategori ise, topa ne kadar kuvvet etki ettiğini bilmediğimiz için, topun ne kadar yükseleceğini de bilemeyiz ifadesi yer almaktadır. Bu yanlışın oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu yanlış ortadan kalkmıştır. Belirlenen son kavram yanlışlığı ise farklı bir üst ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Bu kavram yanlışlığı, süreç kategorisinin alt

kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirilmesi gereken kavramın, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirilmesiyle oluşmuştur. Bu kavram yanılığının oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür. Bu kavram yanılığına sahip öğrenciler, topun yere çarptığı sırada sürtünmeden dolayı enerji kaybedeceği, bu yüzden topun ilk yüksekliğinden daha az zıplayacağını belirtmektedirler. Oysa ki, soruda sürtünmenin ihmal edildiği ifade edilmektedir. Buradan, öğrencilerin soruyu cevaplarken günlük deneyimlerinden etkilendikleri fark edilmektedir. Öğrenciler, günlük tecrübelerine dayanarak, topu ellerinden bıraktıklarında top yere çarptığı sırada sürtünmeden dolayı topun enerji kaybederek, daha az yükseleceğini ifade etmektedirler. Bu ifade serbest düşme hareketi yapan bir cisim için doğru olmakla birlikte, bu soruda bahsedilen yere doğru hızla fırlatılma ve sürtünmesiz ortamda gerçekleşme durumunda yanılığın içermediği görülmektedir.



### 4.3.19. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Ondokuzuncu Sorusuna Ait Analizler



Halterci, halteri yukarı kaldırırken mi, başının üzerinde tutarken mi, yoksa tekrar yere indirirken mi iş yapar? Yoksa her üç durumda da iş yapar mı?

- A. Halterci her üç durumda da iş yapar.
- B. Halterci ağırlığı başının üzerinde tutarken iş yapar.
- C. Halterci halteri yukarı kaldırırken ve başının üzerinde tutarken iş yapar.
- D. Halterci halteri yukarı kaldırırken iş yapar, halteri tekrar yere indirirken de yerçekimi tarafından halter üzerine iş yapılır.\*
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

19. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Halterci her üç durumda da enerji harcadığı için, hepsinde iş yapar.  
(Süreç → Olay → Rastgele)
- B. Halterci ağırlığı başının üzerinde tutarken güç sarf eder, yorulur, enerji kaybeder ve bu nedenle iş yapar. (Süreç → Sınırlı Etkileşim)
- C. Halterci halteri yukarı kaldırırken kuvvet uygular ve halter bu kuvvet yönünde yer değiştirme yapar. Bu nedenle iş yapar. Halteri yukarda tutarken kuvvet uygular fakat yer değiştirme yapmadığı için iş yapmaz. Halteri yere indirirken de, yer çekimi kuvveti halter üzerine iş yapar. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- D. Halterci halteri yukarı kaldırırken ve başının üzerinde tutarken kuvvet uyguladığı için iş yapar. (Süreç → Sınırlı Etkileşim)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin ondokuzuncu sorusunda öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramıyla ilgili kavram yanlışlarına sahip olup olmadıkları araştırılmıştır. Bu soruda, halteri yukarı kaldıran, yukarda sabit tutan, daha sonra da yere indiren bir kişinin hangi hareket sırasında iş yapmış olduğu ve bunun sebepleri

sorulmaktadır. Bu soru ile, öğrencilerin günlük hayatta kullanılan iş terimi ile bilimsel anlamda tanımlanan iş kavramı arasındaki farkı algılayıp algılayamadıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin iş kavramı ile ilgili hangi kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Yapılan bir eylemin bilimsel anlamda iş olabilmesi için bir cisme kuvvet uygulanması ve uygulanan bu kuvvet doğrultusunda o cisme yol aldırılması gerekmektedir. Yani iş olabilmesi için tek başına kuvvet uygulanması yeterli değildir, aynı zamanda yer değiştirmenin de gerçekleşmesi gerekmektedir. Haltercinin halteri yukarı kaldırma, yukarıda sabit tutma ve halteri yere indirme eylemlerinin hangilerinde iş yapıldığının sorulduğu bu soruda doğru cevap şöyle açıklanabilir: Birinci durumda halterci haltere ağırlığından daha büyük bir kuvvet uygulamakta ve onu yukarı kaldırmaktadır. Yani iş olabilmesi için gerekli üç şart da sağlanmış; haltere kuvvet uygulanmış, halter yer değiştirmiş ve uygulanan kuvvet ile yer değiştirme aynı doğrultuda gerçekleşmiştir, dolayısıyla birinci durumda iş yapılmıştır. İkinci durumda halterci halteri yukarıda başının üzerinde sabit tutarken halterin ağırlığına eşit büyüklükte kuvvet uygulamakta fakat yer değiştirme gerçekleşmemektedir, dolayısıyla ikinci durumda iş yapılmamıştır. Üçüncü durumda halteri aşağıya indirirken, haltere haltercinin uyguladığından daha büyük bir yerçekimi kuvveti etki etmektedir ve halter aşağıya doğru hareket etmektedir. Net kuvvetin yönü aşağı doğrudur ve halter bu yönde yer değiştirmiştir. Bu durumda da yerçekimi kuvvetinin halter üzerine iş yaptığı söylenebilmektedir. Özetle, halterci halteri yukarı kaldırırken ve aşağıya indirirken halter üzerine iş yapılır, fakat yukarıda sabit tutarken iş yapılmaz. Dolayısıyla bu sorunun doğru cevabı birinci bölümde "D" seçeneği, ikinci bölümde ise "C" seçeneğidir. Bilimsel anlamdaki iş kavramı süreç ontolojik kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisinde değerlendirilmektedir.

Yapılan literatür taramasında, öğrencilerin günlük hayatta kullanılan iş ve enerji kavramlarıyla bilimsel anlamdaki iş ve enerji kavramlarını birbirinden ayırmada güçlük çektikleri görülmüştür. Günlük hayatta enerji harcanan her aktivitenin iş olarak kabul edilmesi, öğrencilerde genellikle rastlanan bir kavram yanlışlığıdır. Haltercinin üç hareketinde de enerji harcayıp yorulduğu için iş yaptığının belirtilmesi, yani sorunun birinci ve ikinci bölümünde "A" seçeneğinin seçilmesi, süreç kategorisinin rastgele olay ontolojik kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

"Kuvvet uygulandığında, cisim hareket etmese bile iş yapılır" görüşü öğrenciler arasında sık rastlanan bir diğer kavram yanılığıdır. Bu kavram yanılığına sahip olan öğrenciler kuvvetin uygulandığı bütün durumlarda iş yapıldığını savunabilirler. Bu sorunun birinci bölümünde "C" seçeneğini, ikinci bölümünde de "D" seçeneğini işaretleyenler, halterci halteri yukarıya kaldırırken ve yukarıda sabit tutarken kuvvet uyguladığı için bu iki durumda iş yaptığını belirtmektedirler. "Kuvvet varsa iş vardır" ifadesi süreç kategorisinin alt kategorisi olan sınırlı etkileşim kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığının varlığını göstermektedir.

Öğrencilerin sadece en çok yorulunan, en çok güç sarf edilen aktiviteyi iş olarak kabul etmesi de sık karşılaşılan bir durumdur. Bu şekilde düşünen öğrenciler, haltercinin üç hareketini kıyasladığında, yukarıda sabit tuttuğu sırada en çok yorulduğunu, güç sarf ettiğini ve enerji kaybettiğini belirtebilirler. Haltercinin en çok yorulduğu aşamayı başının üstünde sabit tuttuğu an olarak kabul edebilir ve birinci bölümde "B" seçeneğini, ikinci bölümde de "B" seçeneğini işaretleyerek, sadece bu durumda iş yapmış olduğunu belirtebilirler. Sorunun bu şekilde cevaplanarak, "sadece en çok yorulunan aktivitenin iş olduğunun" belirtilmesi, işle ilgili kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan sınırlı etkileşim kategorisine yanlış yerleştirildiğini göstermektedir.

Soruyu cevaplarırken farklı gerekçelerin sunulması, işle ilgili kavramın süreç kategorisinin alt kategorileri olan kasıtlı olay mı, rastgele olay mı, yoksa işlem kategorisine mi yerleştirildiği ile ilgili bilgi vermektedir. Bilimsel iş kavramı kasıtlı olay kategorisinde, gündelik hayatta yapılan her türlü aktivitenin iş olabileceği kavramı rastgele olay kategorisinde ve bir kıyaslamanın olduğu sadece en çok yorulunan aktivite iştir veya kuvvet varsa iş de vardır ifadeleri de süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisinde değerlendirilmiştir.

Öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramı ile ilgili ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.48'de gösterilmiştir. Daha sonra öğrencilerin iş kavramı ile ilgili sahip oldukları kavram yanılığları ortaya çıkarılmış ve bu yanılığlarının ontolojik nedenleri araştırılmıştır.

**Tablo 4.48. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Ondokuzuncu Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	1	5	3,85	19,23	4	13	15,38	50
<b>Kısmen Anlama</b>	1	4	3,85	15,38	1	1	3,85	3,85
<b>Kavram Yanılgısı</b>	21	17	80,77	65,38	21	12	80,77	46,15
<b>Anlamama</b>	3	0	11,54	0	0	0	0	0

Tablo 4.48 incelendiğinde, uygulamalardan önce yapılan ön testte, kontrol grubundaki öğrencilerin %3,85'inin, deney grubundaki öğrencilerin ise %15,38'inin bilimsel anlamdaki iş kavramını tam ve doğru anladığı görülmektedir. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin %80,77'sinin iş kavramı ile ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları, kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin %3,85'inin kavramı kısmen anladığı belirlenmiştir. Ayrıca kontrol grubunun %11,54'ünün işle ilgili kavramı anlayamadığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.48'de yer alan son test verileri incelendiğinde, kontrol grubunda kavramı tam anlayanların oranının %19,23'e, deney grubunda ise tam anlayanların oranının %50'ye yükseldiği görülmektedir. Son testte kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda %65,38'e, deney grubunda ise %46,15'e düşmüştür. Kavramı kısmen anlayanların oranı deney grubunda değişmezken, kontrol grubunda %15,38'e yükselmiştir. Kavramı anlamama seviyesinde öğrenciye rastlanmamıştır.

Tablo 4.48 incelendiğinde, her iki grupta da son testte kavramsal öğrenme düzeylerinde iyileşme olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubuna göre kavram anlama düzeylerinde daha fazla artış olduğu belirlenmiştir. Deney grubunda yürütülen çalışmada, yapılan birçok aktivitenin bilimsel anlamda iş olup olmadığının tartışıldığı animasyonlar izlettirilmiş ve öğrencilerin bu aktiviteleri karşılaştırarak iş olup olmadığına karar vermelerine yardımcı olunmuştur. Bu sayede öğrenciler farklı durumları karşılaştırarak, kavramsal karmaşalarını daha fazla düzeltme imkanı bulmuşlardır. Ayrıca bu soruda belirlenen kavram yanılgılarını düzeltmek amacıyla hazırlanan animasyonun bu sonuçta etkili olduğu

söylenebilmektedir. Buna rağmen her iki gruptaki birçok öğrencinin kavramsal karmaşasının son testte de halen devam etmesi belirlenen sonuçlar arasındadır.

KHKKT'nin ondokuzuncu sorusu için yapılan bir diğer çalışma da, kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön testte ve son testte sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Öğrencilerin ön testte ve son testte sahip oldukları kavram yanlışları ve oranları Tablo 4.49'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.49. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Ondokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

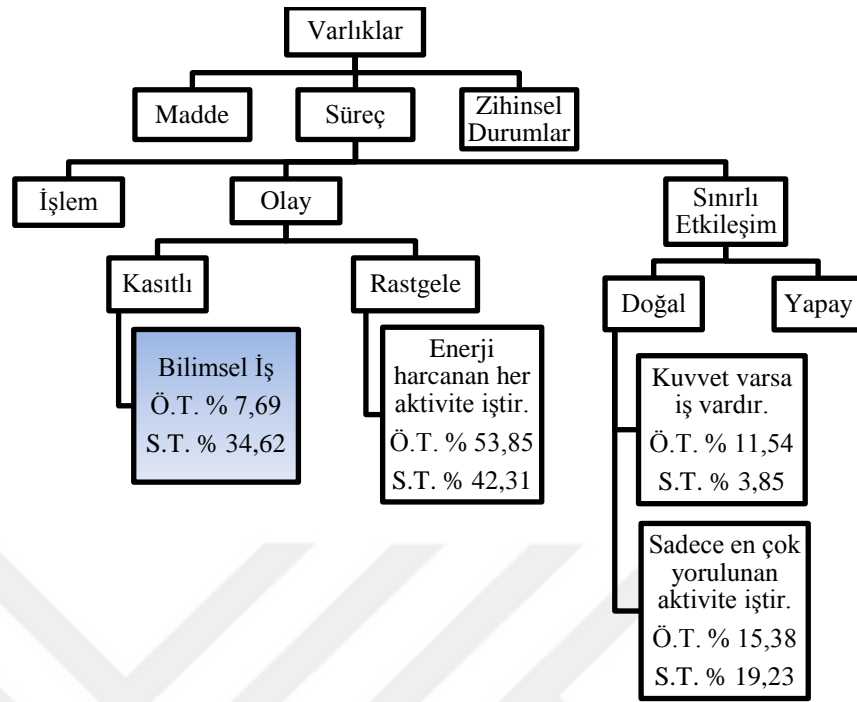
Kavram Yanlışlığı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Halterci her üç durumda da enerji harcadığı için, hepsinde iş yapar.	14	11	53,85	42,31	9	6	34,62	23,08
Halterci ağırlığı başının üzerinde tutarken güç sarf eder, yorulur, enerji kaybeder ve bu nedenle iş yapar.	4	5	15,38	19,23	5	2	19,23	7,69
Halterci halteri yukarı kaldırırken ve başının üzerinde tutarken kuvvet uyguladığı için iş yapar.	2	1	7,69	3,85	7	4	26,92	15,38
Kuvvet uyguladığı anda iş yapar.	1	0	3,85	0	0	0	0	0
Halteri yukarı çıkarırken ve başının üstünde tutarken güç gerekir, indirirken ise iş yapar.	0	0	0	0	1	0	3,85	0

Tablo 4.49 incelendiğinde, ön testte öğrencilerin en fazla oranda, enerji harcanan her aktivitenin iş olarak kabul edildiği görüşü üzerinde yoğunlaştıkları fark edilmektedir. "Halterci her üç durumda da enerji harcadığı için, hepsinde iş yapar." şeklindeki kavram yanlışlığının oranı kontrol grubu için %53,85, deney grubu için ise %34,62 olarak belirlenmiştir. Son testte bu kavram yanlışlığının oranı iki grupta da düşmesine rağmen, son testte de öğrencilerin en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanlışlığı olmuştur. Bu yanlışlığın oranı son testte kontrol grubu için %42,31, deney grubu için ise %23,08 olarak bulunmuştur.

Öğrencilerin iş konusuyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışları incelendiğinde, öğrencilerin büyük bölümünün bilimsel anlamda yapılan iş kavramı ile günlük hayatta kullanılan iş kavramını birbirine karıştırdıkları görülmektedir. Öğrencilerin bir kısmının ise, yapılan eylemin bilimsel anlamda iş olabilmesi için kuvvet ve yer değiştirmenin

gerekliliğinin farkında olmalarına rağmen, kuvvet ve yer değiştirmenin aynı doğrultuda olması gerektiği ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları anlaşılmaktadır.

Deney grubunun ikinci sırada sahip oldukları kavram yanılığı ise, "Halterci halteri yukarı kaldırırken ve başının üzerinde tutarken kuvvet uyguladığı için iş yapar." ifadesidir. Bu yanılığa sahip deney grubu öğrencilerinin oranı %26,92, kontrol grubu öğrencilerinin oranı ise %7,69 olarak belirlenmiştir. Bu yanılığa sahip öğrenciler iş kavramını kuvvetle bağdaştırmışlardır ve kuvvet uygulanan her durumun iş olarak tanımlanabileceğini ifade etmişlerdir. Bu yanılığdaki öğrenciler, yer değiştirmenin iş kavramı üzerindeki belirleyici etkisini gözden kaçırmaktadırlar. Yapılan aktivitenin iş olabilmesi için sadece kuvvet uygulamanın yeterli olmayacağını, uygulanan kuvvet doğrultusunda yer değiştirmenin de gerçekleşmesi gerektiğini ifade edememektedirler. Son testte her iki grupta da bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranının azaldığı gözlenmektedir. Kontrol grubunda bu kavram yanılığının oranı %3,85'e, deney grubunda ise %15,38'e düşmüştür. Kontrol grubu için ikinci, deney grubu için ise üçüncü sırada yer alan kavram yanılığı "Halterci ağırlığı başının üzerinde tutarken güç sarf eder, yorulur, enerji kaybeder ve bu nedenle iş yapar." ifadesidir. Bu yanılığın oranı ön testte kontrol ve deney grubu için %15,38 olarak hesaplanmıştır. Bu yanılığdaki öğrenciler, günlük tecrübelerine dayanarak iş kavramını, yorulma, enerji harcama gibi ifadelerle eşleştirmişlerdir. Kontrol grubundaki öğrencilerin bu yanılıklarını düzeltmede zorlandıkları görülmektedir. Son testte bu yanılığın oranı kontrol grubunda artmış ve %19,23'e yükselmiş, deney grubunda ise %7,69'a düşmüştür.



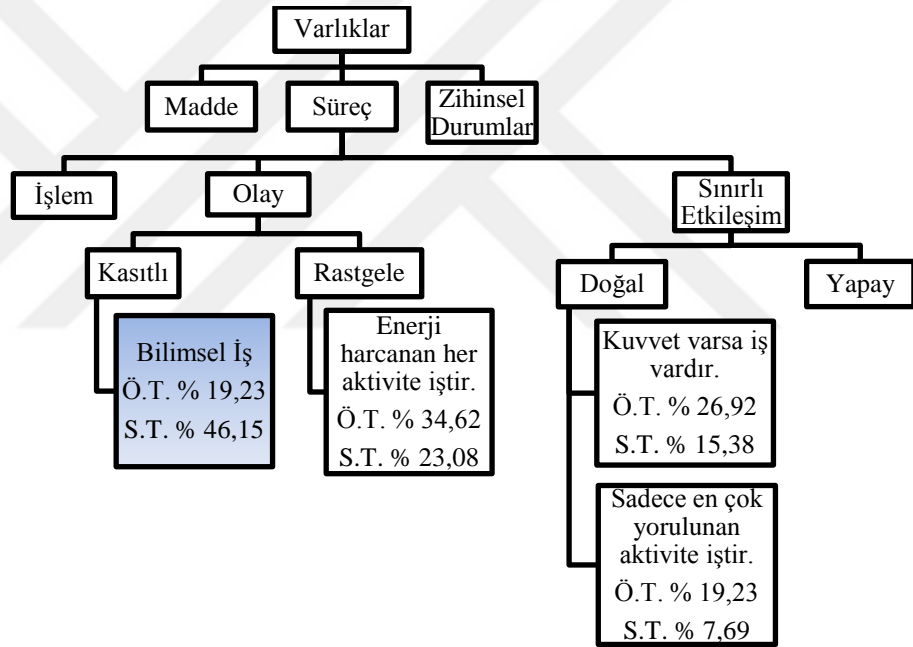
**Şekil 4.39. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Ondokuzuncu Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin ondokuzuncu sorusunda öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarının ontoloji temelinde sebepleri araştırılmıştır. Bilimsel anlamdaki iş kavramını, günlük hayattaki aktivitelerden ayırarak, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru yerleştirebilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %7,69 iken, son testte %34,62'ye çıkmıştır. Kontrol grubunda oluşturulan öğrenme ortamlarının, öğrencilerin anlama düzeylerini arttırdığı görülmektedir. Bu soruda iş kavramı ile ilgili belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılgılarıdır. Kavram yanılgılarının ikinci kaynağı ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan doğal sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirmeden kaynaklanmaktadır. Öğrenciler bu kategori içerisinde iki yanıl kategori oluşturmuşlardır.

Bu soruda, en fazla oranda belirlenen kavram yanılgısı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Günlük hayatta yapılan her aktiviteyi iş olarak değerlendirerek, kavramı rastgele olay kategorisine yerleştiren öğrencilerin oranı ön testte %53,85 iken, son testte bu oran

%42,31'e düşmüştür. En fazla oranda kavramsal değişim bu kategoride oluşmuştur. Yaygın bir algı olan günlük hayattaki her aktivitenin bilimsel anlamda iş olarak düşünüldüğü kavram yanılığı büyük oranda giderilmiştir.

Sınırlı etkileşim kategorisi içerisinde oluşturulan yanal kategorilerden ilkinde, kişinin daha çok yorulduğu aktivitenin iş olduğu kavram yanılığı yer almaktadır. Bu yanılığa sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %15,38, son testte ise %19,23'tür. Bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranının artması dikkat çeken bir sonuç olmuştur. Sınırlı etkileşim kategorisi içerisinde oluşturulan ikinci yanal kategoride ise, "kuvvet varsa, iş vardır" kavram yanılığı yer almaktadır. Bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %3,85'e düşmüştür.



**Şekil 4.40. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Ondokuzuncu Sorusundaki Kavram Yanılıklarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin ondokuzuncu sorusunda öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram yanılıklarının ontoloji temelinde sebepleri araştırılmıştır. Bilimsel anlamdaki iş kavramını, günlük hayattaki aktivitelerden ayırarak, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru yerleştirebilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %19,23 iken, son testte bu oran %46,15'e yükselmiştir. Deney grubunda gerçekleştirilen animasyon destekli öğretimin, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini geliştirmede olumlu katkıları olduğu görülmüştür. Deney grubunda, kontrol grubuna göre daha fazla gelişme olduğu



gözlenmiştir. Bu soruda iş kavramı ile ilgili belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde iki kaynağına rastlanmıştır. Birincisi, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan, ikincisi ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan sınırlı etkileşim olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır. Öğrenciler, doğal sınırlı etkileşim kategorisi içerisinde iki yanal kategori, rastgele olay kategorisi içerisinde ise bir kategori oluşturmuşlardır.

Bu soruda en fazla oranda belirlenen kavram yanlışları süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Kontrol grubunda olduğu gibi, deney grubunda da, günlük hayatta yapılan tüm aktivitelerin iş olarak düşünülmesi, öğrencilerin en fazla oranda yanlışlığa düştükleri kavram olmuştur. Bu kavram yanlışlığına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %34,62 iken, son testte bu oran %23,08'e düşmüştür. Yaygın bir algı olan günlük hayattaki her aktivitenin bilimsel anlamda iş olarak düşünüldüğü kavram yanlışlığı büyük oranda giderilmiştir. Sınırlı etkileşim kategorisi içerisinde oluşturulan yanal kategorilerden ilkinde, 'kuvvet uygulandığı durumlarda iş yapılır' kavram yanlışlığı yer almaktadır. Bu yanlışlığa sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %26,92 ve son testte %15,38'dir. Yapılan öğretim sonucunda bu yanlışlığın da büyük oranda giderildiği görülmektedir. Sınırlı etkileşim kategorisi içerisinde yer alan diğer kategoride ise, kişinin daha çok yorulduğu aktivitenin iş olduğu kavram yanlışlığı yer almaktadır. Bu yanlışlığa sahip öğrencilerinin oranı ön testte %19,23 iken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür. Deney grubunun sonuçları incelendiğinde, bütün kavram yanlışlarının oranlarında son testte azalama olduğu ve öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde artış olduğu gözlenmiştir. Bu soruda belirlenen kavram yanlışlarını gidermeye yönelik yürütülen animasyon etkinliklerinin bu durumda etkisi olduğu yorumu yapılmıştır.

### 4.3.20. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirminci Sorusuna Ait Analizler



20. 1. Bir halat çekme yarışında, takımlardan biri fazla hareket etmeden, diğer takımı kendine doğru çekerek yavaş yavaş onu yenmektedir. Bu durumda hangi takım iş yapmaktadır?

- A. Yenilen takım iş yapar.
- B. Yenen takım iş yapar.\*
- C. Hem yenen, hem de yenilen takım iş yapar.
- D. Yenen takım da, yenilen takım da iş yapmaz.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

20. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme yapan bir cisim iş yapmıştır. Yenilen takım üzerine kuvvet uygulandığı ve yer değiştirdiği için, yenilen takım iş yapar. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- B. Üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme yapan bir cismin üzerine iş yapılır. Yani üzerine kuvvet uygulanan cisim değil, kuvveti uygulayan iş yapar. Yenen takım yenilen takım üzerine kuvvet uygulamakta ve yol aldırılmaktadır. Bu durumda yenen takım, yenilen takım üzerine iş yapar. Yenilen takım iş yapmaz. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- C. İki takım da kuvvet uygulamakta ve kuvvet doğrultusunda yol almaktadır. Kazanan pozitif yönde, kaybeden negatif yönde iş yapar. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Daha çok yorulan daha çok enerji harcar ve daha çok iş yapar. Yenen takım iş yapar çünkü yenen takım halata daha çok asılır, daha çok yorulur, daha çok enerji harcar ve daha çok iş yapar. (Süreç → Sınırlı Etkileşim)
- E. İki takım da enerji harcayıp, yorulduğu için iki takım da iş yapar. (Süreç → Sınırlı Etkileşim)
- F. Bir görev gerçekleştirmeyip, sadece oyun oynadıklarından dolayı, iki takım da iş yapmış sayılmaz. (Süreç → Olay → Rastgele)
- G. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yirminci sorusunda bilimsel anlamdaki iş kavramına ve üzerine iş yapılması kavramlarına dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu soruda, iş kavramının cisimlere etki eden kuvvet ve yer değiştirme ile olan ilişkisi vurgulanmaktadır. Bir cisim bir başka cisme kuvvet uygular ve ona yol aldırırsa iş yapmış olur. Fakat bir cisim üzerine kuvvet uygulanır ve bu cisim hareket ederse, o zaman bu cismin üzerine iş yapılmıştır, kendisi iş yapmamıştır. Bu soruda iş yapmak ile üzerine iş yapılmak kavramları arasındaki farka dikkat çekilmektedir.

Bu soruda, yenen takımın fazla hareket etmeden diğer takımı kendine doğru çekerek onlara yer değiştirttikleri ve yendikleri belirtildiğinden, yenen takım yenilen takım üzerine iş yapmaktadır. Yenen takım yenilen takım üzerine kuvvet uygulamakta ve ona yol aldırılmaktadır. Dolayısıyla yenen takım iş yapmaktadır. Sorunun birinci bölümünün ve ikinci bölümünün doğru cevabı "B" seçenekleridir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir.

Soruda eğer yenen takımın hareket etmeden diğer takımı çektiği özel olarak belirtilmeseydi, iki takım da kuvvet uyguladığından ve iki takım da hareket ettiğinden iki takım da iş yapmış olurdu. İki takım da birbirine zıt yönde kuvvet uygulamaktadır. Yenen takımın diğer takıma uyguladığı kuvvet ile yer değiştirmesi aynı yönlü olduğundan yenen takım pozitif iş yapmış olurdu. Yenilen takımın ise uyguladığı kuvvet ile diğer takımın yer değiştirmesi zıt yönlü olduğundan yenilen takım negatif iş yapmış olurdu. Yedinci sınıf fen müfredatında pozitif iş ile negatif iş kavramları arasındaki fark üzerinde durulmadığından, soru bu şekilde düzenlenmiş ve yenen takımın hareket etmeden diğer takımı yendiği soruda belirtilmiştir. İki takımın da iş yapmış olduğuna dair kavram yanlışlığına sahip olanların bu sorunun iki bölümünde de "C" seçeneğini işaretlemeleri beklenmektedir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığına işaret etmektedir.

"Yenilen takım iş yapar çünkü onun üzerine kuvvet uygulanır ve o yer değiştirir" şeklinde verilen cevap, iş yapmak ile üzerine iş yapılmak kavramlarının birbirine karıştırıldığını göstermektedir. Öğrencilerin buradaki kavram yanlışlığı, üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme yapan bir cismin iş yaptığını düşünmeleridir. Oysa üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme

yapan bir cismin üzerine iş yapılır. Yani, üzerine kuvvet uygulanan cisim değil, kuvvet uygulayan iş yapar. Bu şekilde kavram yanılgısına sahip olarak, sorunun birinci bölümünde "A" seçeneğinin, onun gerekçesi olarak da ikinci bölümde de "A" seçeneğinin seçilmesi, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal olarak yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılgısının varlığını göstermektedir.

Bu soruya verilen yanlış cevaplardan diğeri de, "Yenen takım iş yapar çünkü yenen takım halata daha çok asılır ve daha çok enerji harcar" veya "İki takım da enerji harcayıp, yorulduğu için iki takım da iş yapar"dır. Burada öğrencilerin, daha çok yorulanın daha çok enerji harcadığı, dolayısıyla daha çok iş yaptığı şeklinde kavram yanılgısına sahip olduğu görülmektedir. Bu kavram yanılgısı, öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş ve enerji kavramlarını gündelik hayatta kullanılan iş ve enerji kavramlarını aynı anlamda kullanmalarından kaynaklanmaktadır. Bu şekilde düşünülerek sorunun ikinci bölümünde "D" veya "E" şıklarının işaretlenmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan sınırlı etkileşim kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılgısının varlığını göstermektedir.

Sorunun birinci bölümünde "D" seçeneğini, ikinci bölümünde de "F" seçeneğini işaretleyenler, iki takım da sadece oyun oynadığından, bilimsel anlamda iş yapmadıklarını savunmaktadırlar. Sorunun bu şekilde cevaplanması, süreç kategorisinin alt kategorisi olan rastgele olay kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılgısının varlığını göstermektedir.

Öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramı ile ilgili ön testteki ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.50'de gösterilmiştir. Daha sonra öğrencilerin iş kavramı ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları ortaya çıkarılmış ve bu yanılgılarının ontolojik nedenleri araştırılmıştır.

**Tablo 4.50. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirminci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	4	6	15,38	23,08	6	10	23,08	38,46
<b>Kısmen Anlama</b>	6	4	23,08	15,38	4	3	15,38	11,54
<b>Kavram Yanılgısı</b>	15	15	57,69	57,69	16	13	61,54	50
<b>Anlamama</b>	1	1	3,85	3,85	0	0	0	0

Tablo 4.50 incelendiğinde, soruda bahsedilen halat çekme yarışında hangi takımın bilimsel anlamda iş yaptığına doğru karar veren öğrencilerin oranının deney grubunda, kontrol grubuna göre son testte daha fazla arttığı görülmüştür. Tablolara göre, bilimsel anlamda yapılan iş kavramının, uygulanan kuvvet ve yer değiştirme ile olan ilişkisini tam ve doğru anlayanların oranı kontrol grubu için ön testte %15,38 ve son testte %23,08 olarak bulunmuştur. Kavramı tam ve doğru anlayanların oranı deney grubu için ise, ön testte %23,08 ve son testte %38,46 olarak bulunmuştur. Animasyon destekli öğretimin yapıldığı deney grubunda, geleneksel yaklaşıma göre öğretimin yapıldığı kontrol grubuna göre, kavramsal değişim açısından daha fazla gelişim sağlanmıştır. Kavramı kısmen anlayan, yani sorunun gerekçe bölümünü doğru açıklayan fakat soruyu yanlış cevaplayan öğrencilerin oranı ise, kontrol grubu için ön testte %23,08 ve son testte %15,38, deney grubu için ise ön testte %15,38 ve son testte %11,54 olarak belirlenmiştir. Her iki grupta da kavramı kısmen anlayan öğrencilerin oranlarının on testte azalmasına rağmen, birçok öğrencinin son testte bu anlama düzeyinde kaldıkları görülmektedir. İş kavramı ile ilgili kavram yanılgısına sahip olanların oranı ise kontrol grubunda ön testte %57,69 olarak belirlenirken, son testte bu oran değişmeyerek %57,69 seviyesinde kalmıştır. Buradan çıkarılan sonuç, kontrol grubundaki öğrencilerin, sahip oldukları kavram yanılgılarını düzeltmeyi başaramamaları, sadece kavramı kısmen anlayanların, kavramı tam ve doğru anlama seviyesine yükselebildiğidir. Deney grubunda kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranlarına bakıldığında ise, ön testte %61,54 olarak belirlenen oranın, son testte %50'ye düştüğü görülmektedir. Kavram yanılgılarını giderebilme konusunda, deney grubunda, kontrol grubuna göre daha fazla başarı sağlanmıştır. Bu soru ile ilgili hazırlanan animasyonun deney grubundaki yürütülen çalışmalarda kullanılmasının, bu durumda etkili olduğu

yorumu yapılabilmektedir. Deney grubundaki öğrenciler, gösterilen animasyonlar sayesinde, açıklaması güç olan soyut kavramları gözlerinde daha rahat canlandırabilme olanağı bulmuş ve bilimsel anlamda yapılan işin, kuvvet ve yer değiştirme ile olan ilişkisini daha kolay anlamlandırabilmişlerdir. Bu sayede, deney grubunda belirlenen kavram yanlışları daha fazla oranda giderilebilmiştir. Kavramı anlamayan öğrenci oranı ise kontrol grubunda ön testte ve son testte %3,85 olarak belirlenmiştir.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yirminci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Kontrol ve deney gruplarının ön testte ve son testte sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 4.51'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.51. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirminci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanlışları	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme yapan bir cisim iş yapmıştır. Yenilen takım üzerine kuvvet uygulandığı ve yer değiştirdiği için, yenilen takım iş yapar.	3	4	11,54	15,38	5	6	19,23	23,08
İki takım da kuvvet uygulamakta ve kuvvet doğrultusunda yol almaktadır. Kazanan pozitif yönde, kaybeden negatif yönde iş yapar.	7	7	26,92	26,92	5	3	19,23	11,54
Daha çok yorulan daha çok enerji harcar ve daha çok iş yapar. Yenen takım iş yapar çünkü yenen takım halata daha çok asılır, daha çok yorulur, daha çok enerji harcar ve daha çok iş yapar.	2	2	7,69	7,69	1	2	3,85	7,69
İki takım da enerji harcayıp, yorulduğu için iki takım da iş yapar.	2	1	7,69	3,85	4	1	15,38	3,85
Bir görev gerçekleştirmeyip, sadece oyun oynadıklarından dolayı, iki takım da iş yapmış sayılmaz.	1	1	3,85	3,85	1	1	3,85	3,85

Tablo 4.51 incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanlışlarının, “İki takım da kuvvet uygulamakta ve kuvvet doğrultusunda yol almaktadır. Kazanan pozitif yönde, kaybeden negatif yönde iş yapar.” olduğu görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin %26,92’si ön testte ve son testte bu yanlışla düşmüşlerdir. Deney grubu öğrencilerinin ise %19,23’ü ön testte, %11,54’ü ise son testte bu yanlışla düşmüşlerdir. Bu gerekçe soruda belirtilen durum

ile ilgili yanlış bir açıklama olsa da, halat yarışının olağan akışında değerlendirildiğinde doğru ifadeler içermektedir. Ortaokul 7. Sınıf Fen Bilimleri dersi öğretim programında negatif iş kavramı üzerinde durulmadığından, öğrencilerin kavramı daha kolay anlamlandırabilmeleri açısından soruda bir grubun sabit durduğu, hareket etmediği belirtilmiştir. Bu takım kuvvet uygulayarak, diğer takımı kendine doğru çekmekte ve onları hareket ettirerek iş yapmaktadır. Yenilen takım ise üzerine iş yapılan takım olmuştur, diğer takım hareket etmediğinden iş yapmamaktadır. Her iki takımın da kuvvet uyguladığını ve takımlardan birinin + yönde, diğerinin – yönde hareket ettiği düşünülürse, bu durumda takımlardan biri pozitif iş, diğeri ise negatif iş yapmış olacaktır ve bu gerekçe doğru olarak kabul edilecektir.

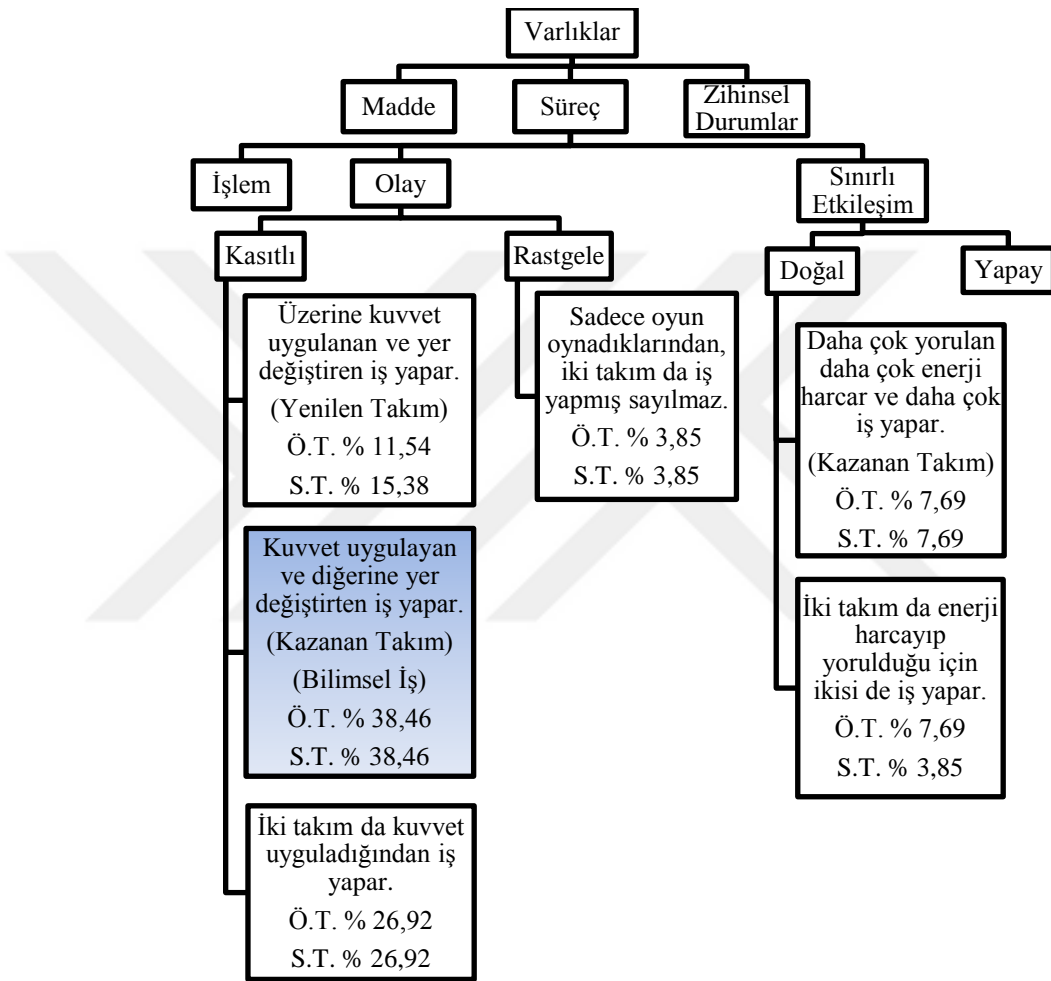
İkinci sırada öğrencilerin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılması ise iş yapmak ile üzerine iş yapılmak kavramlarının birbirine karıştırılmasıyla ortaya çıkmıştır. “Üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme yapan bir cisim iş yapmıştır. Yenilen takım üzerine kuvvet uygulandığı ve yer değiştirdiği için, yenilen takım iş yapar.” Kavram yanılığının oranı kontrol grubu için ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %15,38’e yükselmiştir. Geleneksel yöntemle öğretimin yürütüldüğü kontrol grubunda bu kavram yanılığı giderilememiş, aksine öğrencilerin kavram karmaşaları artarak devam etmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin de, iş yapmak ve üzerine iş yapılmak kavramlarını birbirinden ayırt etmede zorlandıkları ve bu yanılıklarını son testte de devam ettirdikleri ortaya çıkmıştır. Bu kavram yanılığının oranı deney grubunda ön testte %19,23 ve son testte %23,08 olarak belirlenmiştir.

İki takımın da iş yapmasını, onların enerji harcadığı, yorulmaları sebebine bağlayan öğrencilerin oranı ise kontrol grubunda ön testte %7,69 iken, son testte bu oran %3,85’e düşmüştür. Deney grubunda ise iş kavramını, enerji harcama ve yorulmayla açıklayan öğrencilerin oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %3,85’e düşmüştür. Her iki grupta da, günlük hayattaki yapılan iş kavramının, yorulma, enerji harcama gibi kavramlarla ilişkilendirilme durumundan, yapılan öğretim sonucunda uzaklaşıldığı ve bu yanılığının büyük oranda giderildiği fark edilmektedir.

Yenen takım daha çok enerji harcadığı ve daha çok yorulduğu için, yenen takımın daha çok iş yaptığını savunan öğrencilerin oranı kontrol grubu için ön testte ve son testte %7,69, deney grubu için ise ön testte %3,85 ve son testte %7,69 olarak bulunmuştur.

Bu kavram yanılığında yine bilimsel anlamdaki iş kavramı, enerji harcama ve yorulma gibi kavramlarla eşleştirildiğinden hatalı bir ifade olmuştur.

İki takım da sadece oyun oynadıklarından, iki takımın da bilimsel olarak iş yapmış olarak kabul edilemeyeceğini savunanların oranı ise kontrol grubunda ön testte ve son testte %3,85, deney grubunda ise ön testte ve son testte %3,85 olarak bulunmuştur.



**Şekil 4.41. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirminci Sorusundaki Kavram Yanılıklarının Ontolojik İncelemesi**

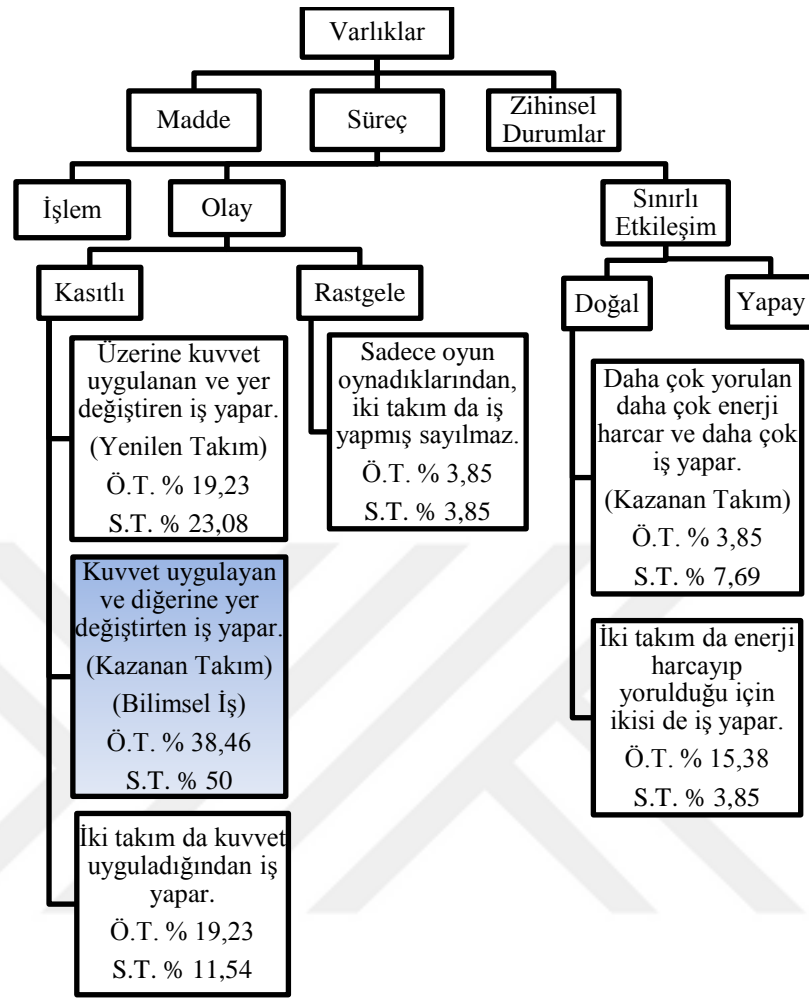
KHKKT'nin yirminci sorusunda öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram yanılıklarının ontoloji temelinde sebepleri araştırılmıştır. Bilimsel anlamdaki iş kavramını, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru yerleştirebilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %38,46 iken, son testte bu oran değişmeyerek, %38,46'da kalmıştır. Yapılan öğretim sonucunda kavramı doğru kategoriye yerleştirenlerin



oranında bir değişlik gerçekleşmemiştir. Bu soruda halat yarışında yapılan iş ile ilgili belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde üç kaynağına rastlanmıştır. Bunlar; süreç kategorisinin alt kategorileri olan kasıtlı olay, rastgele olay ve sınırlı etkileşim kategorilerine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarıdır. Öğrenciler, sınırlı etkileşim kategorisi içinde iki yanıl kategori, kasıtlı olay kategorisi içinde iki yanıl kategori ve rastgele olay kategorisi içinde de bir kategori oluşturmuşlardır.

Bu soruda en fazla oranda belirlenen kavram yanlışlığı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanıl olarak yerleştirmekten kaynaklanan, "İki takım da kuvvet uyguladığından iş yapar." ifadesidir. Takımlardan biri hareket ettiğinden bu ifade doğru değildir. Bu kavram yanlışlığına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte ve son testte %26,92 olarak bulunmuştur. Bu yanlışlığın, yapılan öğretim sonucunda giderilemediği gözlenmiştir. Kasıtlı olay kategorisine yanıl yerleştirilen bir diğer kavram yanlışlığı ise, "Üzerine kuvvet uygulanan ve yer değiştirme yapan iş yapar." ifadesidir. Bu yanlışlıkta öğrencilerin, iş yapmak ve üzerine iş yapılmak kavramlarını birbirine karıştırdıkları anlaşılmaktadır. Bu yanlışlığa sahip öğrencilerin oranı ön testte %11,54 ve son testte %15,38 olarak bulunmuştur. Rastgele olay kategorisine yerleştirilen kavram yanlışlığında ise öğrenciler, "sadece oyun oynadıklarından, iki takım da iş yapmaz." demişlerdir. Bu yanlışlığın oranı ise ön testte ve son testte %3,85 olarak bulunmuştur.

Belirlenen kavram yanlışlarının yerleştirildiği son kategori ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan sınırlı etkileşim kategorisidir. Bu kategori içerisinde iki yanıl kategori oluşturulmuştur. Bu yanıl kategorilerin ilkinde, "Daha çok yorulan daha çok enerji harcar ve daha çok iş yapar." kavram yanlışlığı yer almaktadır. Bu yanlışlığın oranı ön testte ve son testte %7,69 olarak belirlenmiştir. Sınırlı etkileşim kategorisinde yer alan diğer kavram yanlışlığı ise, "İki takım da enerji harcayıp, yorulduğu için ikisi de iş yapar." ifadesidir. Bu yanlışlığın oranı ise kontrol grubu için ön testte %7,69 ve son testte %3,85 olarak belirlenmiştir.



**Şekil 4.42. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirminci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin yirminci sorusunda öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarının ontoloji temelinde sebepleri araştırılmıştır. Bilimsel anlamdaki iş kavramını, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru yerleştirebilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %38,46 iken, son testte bu oran %50'ye yükselmiştir. Deney grubunda öğrencilerin iş kavramıyla ilgili kavramsal gelişimde son testte önemli bir artış gerçekleşmiştir.

Bu soruda halat yarışında yapılan iş ile ilgili belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde üç kaynağına rastlanmıştır. Bunlar; süreç kategorisinin alt kategorileri olan kasıtlı olay, rastgele olay ve sınırlı etkileşim kategorilerine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılgılarıdır. Öğrenciler, sınırlı etkileşim kategorisi içinde iki

yanal kategori, kasıtlı olay kategorisi içinde iki yanal kategori ve rastgele olay kategorisi içinde de bir kategori oluşturmuşlardır.

Bu soruda en fazla oranda belirlenen kavram yanılığısı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yanal olarak yerleştirmekten kaynaklanan, "Üzerine kuvvet uygulanan ve yer değiştirme yapan iş yapar." ifadesidir. Bu yanılığının oranı ön testte %19,23 iken, son testte bu oran %23,08'e yükselmiştir. Bu yanılığa sahip öğrencilerin oranının son testte artması, öğrencilerin uygulama sonunda iş yapmak ve üzerine iş yapılmak kavramlarını birbirine daha çok karıştırdıkları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin kavram kargaşaları, yapılan öğretim sonucunda da artarak devam etmiştir. Öğrencilerin ön testte fazla oranda sahip oldukları kavram yanılığlarından bir diğeri ise, "İki takım da kuvvet uyguladığından iş yapar." ifadesidir. Bu ifade de kasıtlı olay kategorisinin yanal kategorisine yerleştirilmiştir. Bu yanılığa sahip öğrencilerin oranı ön testte %19,23 ve son testte %11,54 olarak bulunmuştur. Rastgele olay kategorisine yerleştirilen kavram yanılığısında ise öğrenciler, "sadece oyun oynadıklarından, iki takım da iş yapmaz." demişlerdir. Bu yanılığının oranı ise ön testte ve son testte %3,85 olarak bulunmuştur.

Belirlenen kavram yanılığlarının yerleştirildiği son kategori ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan sınırlı etkileşim kategorisidir. Bu kategori içerisinde iki yanal kategori oluşturulmuştur. Bu yanal kategorilerin ilkinde, "İki takım da enerji harcayıp, yorulduğu için ikisi de iş yapar." ifadesi yer almaktadır. Bu yanılığının oranı deney grubu için ön testte %15,38 ve son testte %3,85 olarak bulunmuştur. Sınırlı etkileşim kategorisinde yer alan diğerkavram yanılığısı ise, "Daha çok yorulan daha çok enerji harcar ve daha çok iş yapar." ifadesidir. Bu yanılığının oranı ise, ön testte %3,85 ve son testte %7,69 olarak bulunmuştur.

### 4.3.21. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirmibirinci Sorusuna Ait Analizler



21.1.

Bir garson bir masadaki boş bardakları tepsiye yerleştirip mutfağa taşımıştır. Diğer bir garson ise aynı sayıda ama dolu olan bardakları mutfaktan aynı masaya taşımıştır. Garsonların tepsiyi **düseyde hareket ettirmeden** sabit hızla taşıdıkları bilindiğine göre aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A. Dolu bardakları taşıyan garson iş yapmıştır, boş bardakları taşıyan garson iş yapmamıştır.
- B. İkisi de iş yapmamıştır.\*
- C. İkisi de aynı işi yapmıştır.
- D. Dolu bardakları taşıyan garson, boş bardakları taşıyan garsondan daha fazla iş yapmıştır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

21. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Alınan mesafe aynı ama uygulanan kuvvetler farklıdır. Dolu bardakları taşıyan daha fazla kuvvet uyguladığı için iş yapmıştır, diğeri iş yapmış sayılmaz. (Süreç → İşlem)
- B. Yatayda aldıkları yollar eşit olduğu için iş de eşittir, kütleinin bir önemi yoktur. (Süreç → İşlem)
- C. Dolu bardakları taşıyan garson daha çok yorulmuştur, dolayısıyla daha fazla iş yapmıştır. (Süreç → İşlem)
- D. Dolu bardakları taşıyan garson daha fazla kuvvet uygulamıştır. O yüzden daha çok iş yapmıştır. (Süreç → İşlem)
- E. Kuvvetin uygulandığı düşey doğrultuda bardaklara yol aldirılmadığı için ikisi de iş yapmamıştır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- F. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

KHKKT'nin yirmibirinci sorusunda, yirminci sorusunda olduğu gibi iş kavramı üzerinde durulmaktadır. Bu soruda, bilimsel anlamdaki işin bir cisme kuvvet uygulayarak ve uygulanan bu kuvvet doğrultusunda o cisme yol aldırarak gerçekleştiği vurgulanmaktadır. Yer değiştirme ve kuvvetin doğrultuları dikkate alınmaksızın, daha çok kuvvet uygulayanın daha çok iş yapmış olduğunun belirtilmesi veya daha çok yorulanın daha çok iş yaptığının düşünülmesi öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanılgılarıdır. Öğrencilerin bu konularda kavram yanılgılarına sahip olup olmadıkları bu soru ile araştırılmaya çalışılmıştır.

Soruda dolu bardakları mutfaktan masaya taşıyan ve boş bardakları masadan mutfığa taşıyan iki garsonun yaptıkları işin karşılaştırılması istenmiştir. İki garson da eşit mesafe boyunca bardakları taşımaktadır. Dolu bardakları taşıyan garson daha fazla kuvvet uygulamaktadır, fakat bardakları taşımak için uyguladığı kuvvet düşey doğrultuda iken, bardaklara aldırıldığı yol yatay doğrultudadır. Uygulanan kuvvet ile yer değiştirme aynı doğrultuda olursa bilimsel anlamda iş yapıldığı söylenebilir. Bu örnekte olduğu gibi kuvvet ve yer değiştirme farklı doğrultulardaysa, uygulanan kuvvet yönünde yer değiştirme gerçekleşmediğinden iş yapılmamaktadır. Yani bu soruda boş bardakları taşıyan da, dolu bardakları taşıyan da iş yapmamıştır. Bu sorunun doğru cevapları birinci bölümde "B" ve bunun gerekçesi olan ikinci bölümde de "E" seçenekleridir. Kuvvetin uygulandığı düşey doğrultuda bardaklara yol aldırılmadığı için iki durumda da iş yapılmadığının belirtilmesi, bu durumun süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisinde değerlendirildiğini göstermektedir.

Soruda bahsi geçen olayda iş yapılıp yapılmadığına karar verebilmek için, uygulanan kuvvetin ve yer değiştirmenin doğrultularını değerlendirmek yerine, direkt olarak daha fazla kuvvet uygulayanın veya daha fazla yorulanın daha fazla iş yapmış olduğunun belirtilmesi veya eşit yol aldıklarına göre eşit iş yapmış olduklarının söylenmesi, iş kavramının işlem ontolojik kategorisine yerleştirildiğine işaret etmektedir. Bu şekilde kavram yanılgısına sahip olarak sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "D" seçeneğinin işaretlenerek, dolu bardakları taşıyan garsonun daha fazla kuvvet uyguladığı için daha fazla iş yapmış olduğunun belirtilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılgısının varlığını göstermektedir. Benzer şekilde sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "A" seçeneklerinin seçilerek, dolu bardakları taşıyanın daha fazla kuvvet uyguladığından iş

yaptığının, diğerinin iş yapmış sayılmadığının belirtilmesi, yine süreç kategorisinin işlem alt kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Bilimsel anlamdaki iş kavramını, günlük hayatta kullanılan iş kavramıyla karıştırarak, daha çok yorulan kişinin daha fazla iş yapmış olduğunun belirtilmesi öğrenciler arasında sık rastlanan kavram yanlışlarından bir diğeridir. Yorulmakla bilimsel anlamdaki iş kavramı arasında bağlantı kurulması ve daha çok yorulan daha çok iş yapar şeklinde mantık yürütülmesi işlem ontolojik kategorisine işaret etmektedir. Bu sorunun birinci bölümünde "D" ve ikinci bölümünde "C" seçeneklerinin seçilerek, dolu bardakları taşıyan garsonun daha çok yorulduğu için daha fazla iş yapmış olduğunun belirtilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Uygulanan kuvvetin veya cisimlerin ağırlığının bir etkisi olmadığını, eşit yol aldıklarına göre iki garsonun da eşit iş yapmış olduklarının belirtilmesi, işlem kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir. Bu yanlışıda yer değiştirmeyle iş arasında bağlantı kurulmuş ve "eşit yol alındığında eşit iş" yapılır şeklinde kavram yanlışlığı geliştirilmiştir. Sorunun birinci bölümünde "C" ve ikinci bölümünde de "B" seçeneklerinin seçilmesi süreç ontolojik kategorisinin işlem alt kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramı ile ilgili ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.52'de gösterilmiştir. Daha sonra öğrencilerin iş kavramı ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışları ortaya çıkarılmış ve bu yanlışlarının ontolojik nedenleri araştırılmıştır.

**Tablo 4.52. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmibirinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	0	6	0	23,08	2	10	7,69	38,46
<b>Kısmen Anlama</b>	1	2	3,85	7,69	6	5	23,08	19,23
<b>Kavram Yanılgısı</b>	25	18	96,15	69,23	18	11	69,23	42,31
<b>Anlamama</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

Bilimsel anlamdaki iş kavramının, uygulanan kuvvetin büyüklüğü ve kuvvetin doğrultusu ile ilişkisinin irdelendiği bu sorudaki öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri Tablo 4.52'de gösterilmiştir. Tablolara göre, kontrol grubunda ön testte kavramı tam ve doğru anlayan öğrenci bulunmazken, son testte kavramı doğru anlayan öğrencilerin oranı %23,08'e yükselmiştir. Deney grubunda ise kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranı ön testte %7,69 iken, son testte bu oran %38,46'ya yükselmiştir. Her iki grupta da kavramı doğru anlayan öğrencilerin oranında önemli bir artış yaşanmıştır. Bu konunun özel olarak irdelendiği, animasyon destekli eğitim yapılan deney grubunda ise daha fazla gelişme gözlenmiştir. Kavramı kısmen anlayanların oranı kontrol grubu için ön testte %3,85 ve son testte %7,69 olarak belirlenmiştir. Deney grubunda ise kavramı kısmen anlayanların oranı ön testte %23,08 ve son testte %19,23 olarak belirlenmiştir. Ön testte kavramı kısmen anlayan bazı deney grubu öğrencilerinin, son testte kavramı tam anlama seviyesine yükseldikleri anlaşılmaktadır. Bilimsel anlamdaki iş kavramı ile ilgili kavram yanılgısına sahip olanların oranı kontrol grubu için ön testte %96,15 ve son testte %69,23 olarak bulunmuştur. Yapılan öğretim sonucunda kontrol grubunun sahip oldukları kavram yanılgılarının bir kısmının giderilebildiği gözlenmiştir. Deney grubunda ise bilimsel anlamdaki iş kavramı ile ilgili kavram yanılgısına sahip olanların oranı ön testte %69,23 ve son testte %42,31 olarak bulunmuştur. Deney grubunda yapılan animasyon destekli öğretim sonucunda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının birçoğu giderilebilmiştir. Kontrol ve deney gruplarında ön testte ve son testte kavramı anlayamayan öğrenciye rastlanmamıştır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yirmibirinci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 4.53'te gösterilmiştir.

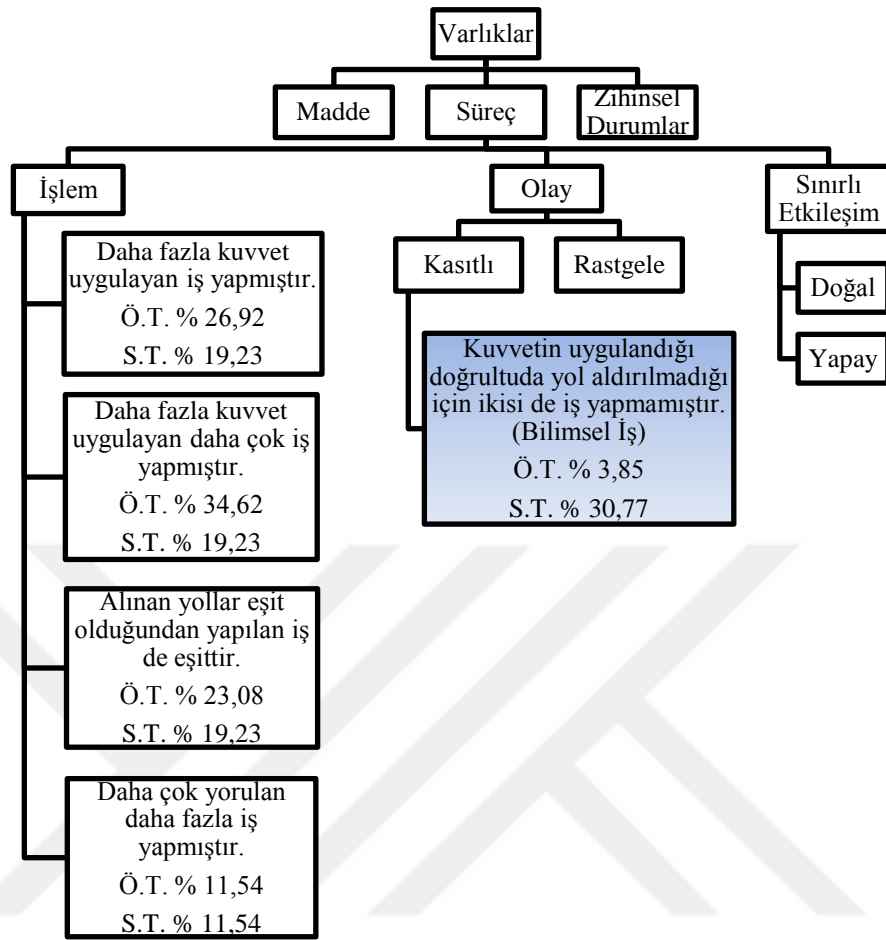
**Tablo 4.53. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmibirinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Alınan mesafe aynı ama uygulanan kuvvetler farklıdır. Dolu bardakları taşıyan daha fazla kuvvet uyguladığı için iş yapmıştır, diğeri iş yapmış sayılmaz.	7	5	26,92	19,23	1	3	3,85	11,54
Yatayda aldıkları yollar eşit olduğu için iş de eşittir, kütlelerin bir önemi yoktur.	6	5	23,08	19,23	8	2	30,77	7,69
Dolu bardakları taşıyan garson daha çok yorulmuştur, dolayısıyla daha fazla iş yapmıştır.	3	3	11,54	11,54	0	0	0	0
Dolu bardakları taşıyan garson daha fazla kuvvet uygulamıştır. O yüzden daha çok iş yapmıştır.	9	5	34,62	19,23	9	6	34,62	23,08

Tablo 4.53 incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanlışlarının, "Dolu bardakları taşıyan garson daha fazla kuvvet uygulamıştır. O yüzden daha çok iş yapmıştır." olduğu görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin %34,62'si ön testte bu yanlışya sahipken, son testte bu oran %19,23'e düşmüştür. Deney grubunda ise bu yanlışın oranı ön testte %34,62 iken, son testte %23,08'e düşmüştür. Bu yanlışya sahip öğrencilerin, yapılan eylemin iş olup olmadığına karar verirken, uygulanan kuvvetin doğrultusuna dikkat etmedikleri anlaşılmaktadır. Dolu bardakları taşıırken daha çok kuvvet uygulandığı için, daha çok iş yapıldığını düşünmektedirler. Bu yanlışya sahip öğrencilerin, uygulanan kuvvetin ve hareketin doğrultularını doğru şekilde değerlendiremedikleri anlaşılmaktadır. Kontrol grubu öğrencilerinin ikinci sırada sahip oldukları kavram yanlışlığı ise, dolu bardakları taşıyanın daha fazla kuvvet uyguladığı için iş yaptığı, boş bardakları taşıyanın ise iş yapmadığının belirtildiği ifadedir. Bu yanlış kontrol grubunda ön testte %26,92 oranında, son testte ise %19,23 oranında belirlenmiştir. Aynı kavram yanlışlığı deney grubunda daha düşük oranlarda bulunmuştur. Yanlışın oranı deney grubunda ön testte %3,85 olarak, son testte ise %11,54 olarak bulunmuştur. Deney grubunun ön testte



ikinci sırada en fazla oranda sahip oldukları kavram yanılması ise, “Yatayda aldıkları yollar eşit olduğu için iş de eşittir, kütlenin bir önemi yoktur.” ifadesidir. Bu yanılıya sahip öğrenciler, yapılan işin sadece alınan yol ile ölçüldüğünü düşünerek, uygulanan kuvveti ve doğrultusunu hesaba katmamışlardır. Bu şekilde yanılıya sahip öğrencilerin oranı kontrol grubu için ön testte %23,08 ve son testte %19,23 olarak, deney grubu için ise ön testte %30,77 ve son testte %7,69 olarak bulunmuştur. Deney grubunda bu kavram yanılısının büyük oranda giderildiği gözlenmektedir. Bu soru için en düşük oranda belirlenen kavram yanılması ise “Dolu bardakları taşıyan garson daha çok yorulmuştur, dolayısıyla daha fazla iş yapmıştır.” ifadesidir. Bu yanılıya sahip öğrenciler, bilimsel anlamdaki iş kavramını, günlük hayatta kullanılan iş terimiyle karıştırmakta ve kişi daha çok yorulduysa, daha çok iş yaptığı sonucuna varmaktadırlar. Bu şekilde kavram yanılması geliştiren kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte ve son testte %11,54 olarak bulunmuştur. Bu kavram yanılısına sahip deney grubu öğrencisine ise ön testte ve son testte rastlanmamıştır.



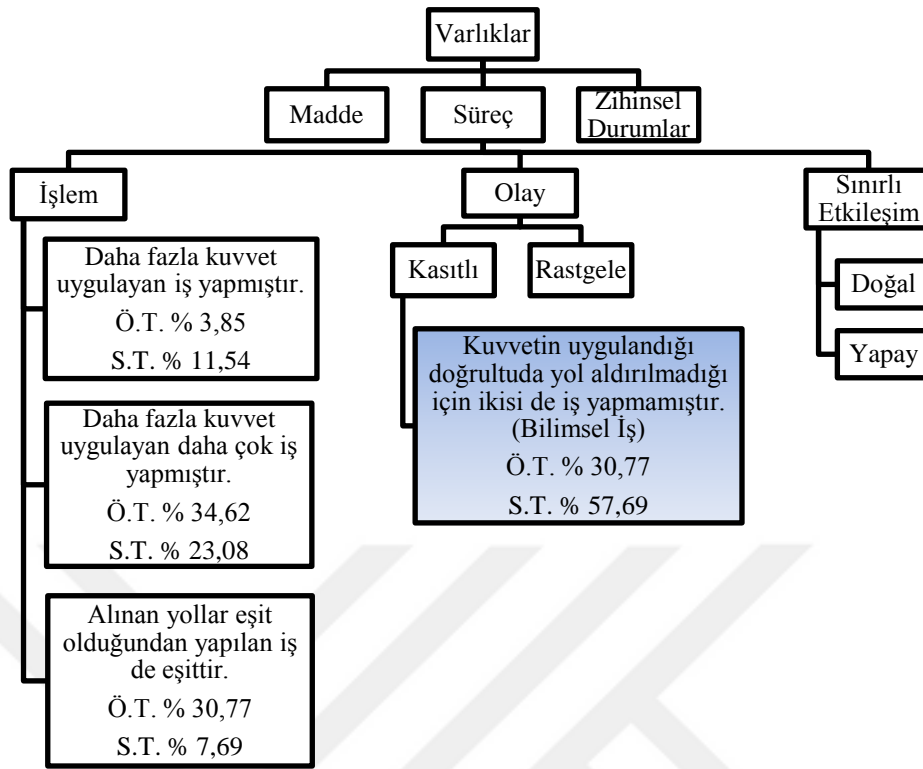
**Şekil 4.43. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmibirinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin yirmibirinci sorusunda öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarının ontoloji temelinde sebepleri araştırılmıştır. Bilimsel anlamdaki iş kavramını, günlük hayattaki aktivitelerden ayırarak, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru yerleştirebilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bilimsel anlamdaki iş kavramını doğru şekilde tanımlayarak, kuvvetin uygulandığı doğrultuda yol aldırılmadığından, iki kişinin de iş yapmamış olduğunu belirten kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu oran %30,77'ye yükselmiştir. Kontrol grubunda oluşturulan öğrenme ortamlarının, öğrencilerin anlama düzeylerini arttırdığı görülmektedir.

Bu soruda iş kavramı ile ilgili belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde tek kaynağına rastlanmıştır. Soruda belirlenen kavram yanılgıları, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisi yerine işlem

kategorisine yanlış yerleştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Öğrenciler işlem kategorisi içerisinde dört farklı yanal kategori oluşturmuşlar ve zihinlerindeki iş kavramını bu kategorilerden birine yerleştirmişlerdir.

Öğrencilerin en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanlışlığının, "Daha fazla kuvvet uygulayan daha çok iş yapmıştır." ifadesi olduğu görülmektedir. Öğrenciler, daha fazla kuvvet uygulanmasını, daha fazla iş yapılması ile eşleştirdiklerinden, iş kavramını işlem kategorisi içerisine yerleştirdikleri anlaşılmaktadır. Bu yanlışlığın oranı ön testte %34,62 iken, son testte bu oran %19,23'e düşmüştür. İşlem kategorisi içerisine yerleştirilen ikinci kavram yanlışlığı ise, "Daha fazla kuvvet uygulayan iş yapmıştır." ifadesidir. Bu yanlışlığa sahip öğrenciler, sadece daha fazla kuvvet uygulayanın iş yaptığını belirtmişler, diğerinin iş yapmış sayılamayacağını söylemişlerdir. Bu yanlışlığın oranı ise, ön testte %26,92 ve son testte %19,23 olarak belirlenmiştir. İşlem kategorisi içerisine yerleştirilen üçüncü kavram yanlışlığı ise, "Alınan yollar eşit olduğundan, yapılan iş de eşittir." ifadesidir. Bu yanlışlığa sahip öğrenciler, iş kavramını sadece alınan yolları karşılaştırarak değerlendirmişler, uygulanan kuvvete ve kuvvetin yönüne dikkat etmemişlerdir. Yapılan iş ile alınan yol arasında orantı kurulduğundan, iş kavramının işlem kategorisi içerisine yerleştirildiği anlaşılmaktadır. Bu yanlışlığın oranı ise ön testte %23,08 ve son testte %19,23 olarak bulunmuştur. İşlem kategorisi içerisine yerleştirilen son kavram yanlışlığı ise, "Daha çok yorulan daha çok iş yapmıştır." ifadesidir. Bu yanlışlığa sahip öğrenciler, yorulma ile iş yapma arasında bağlantı kurmuşlar, bu yüzden kavramı işlem kategorisi içerisine yerleştirmişlerdir. Bu yanlışlığa sahip öğrencilerin oranı ön testte ve son testte %11,54 olarak bulunmuştur.



**Şekil 4.44. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmibirinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

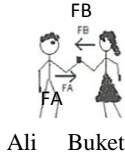
KHKKT'nin yirmibirinci sorusunda öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarının ontoloji temelinde sebepleri araştırılmıştır. Bilimsel anlamdaki iş kavramını, günlük hayattaki aktivitelerden ayırarak, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru yerleştirebilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bilimsel anlamdaki iş kavramını doğru şekilde tanımlayarak, kuvvetin uygulandığı doğrultuda yol aldırılmadığından, ikisinin de iş yapmamış olduğunu belirten deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %30,77 iken, son testte bu oran %57,69'a yükselmiştir. Deney grubunda öğrencilerin kavramsal gelişimi açısından büyük bir başarı elde edildiği söylenebilmektedir.

Bu soruda iş kavramı ile ilgili belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde tek kaynağına rastlanmıştır. Soruda belirlenen kavram yanılgıları, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulmuş üç farklı kategoriden birine yanlış yerleştirmekten kaynaklanmaktadır.

Öğrencilerin en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanılgısının, "Daha fazla kuvvet uygulayan daha çok iş yapmıştır." ifadesi olduğu görülmektedir. Öğrenciler, daha fazla

iş yapılmasını, daha fazla kuvvet uygulanmasıyla açıklamışlar, bu yüzden kavramı işlem kategorisi içerisine yerleştirmişlerdir. Bu yanılığın oranı ön testte %34,62 iken, son testte bu oran %23,08'e düşmüştür. İşlem kategorisi içerisine yerleştirilen ikinci kavram yanılığı ise, "Alınan yollar eşit olduğundan, yapılan iş de eşittir." ifadesidir. Bu yanılığa sahip öğrenciler, iş kavramını sadece alınan yolları karşılaştırarak değerlendirmişler, uygulanan kuvvete ve kuvvetin yönüne dikkat etmemişlerdir. Yapılan iş ile alınan yol arasında orantı kurulduğundan, iş kavramının işlem kategorisi içerisine yerleştirildiği anlaşılmaktadır. Bu yanılığın oranı ise, ön testte %30,77 iken, son testte bu oran %7,69'a düşmüştür. Bu yanılığın yapılan öğretim sonucunda büyük oranda giderildiği görülmektedir. İşlem kategorisi içerisine yerleştirilen son kavram yanılığı ise, "Daha fazla kuvvet uygulayan iş yapmıştır." ifadesidir. Bu yanılığa sahip öğrenciler, sadece daha fazla kuvvet uygulayanın iş yaptığını belirtmişler, diğerinin iş yapmış sayılmayacağını söylemişlerdir. Bu yanılığın oranı ise ön testte %3,85 olarak, son testte ise %11,54 olarak belirlenmiştir. Yapılan öğretim sonucunda, bazı öğrencilerin bu konudaki kavram karmaşalarının arttığı ve yeni kavram yanılığları geliştirdikleri anlaşılmaktadır.

### 4.3.22. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirmiikinci Sorusuna Ait Analizler



22. 1. Şekildeki gibi Buket, Ali'yi itmektedir ve ikisi de hareketsizdir. Buket'in kütlesi 45 kg, Ali'nin kütlesi ise 60 kg'dır. Ali'nin Buket'e uyguladığı kuvvet  $F_A$ , Buket'in Ali'ye uyguladığı kuvvet ise  $F_B$ 'dir. Buna göre  $F_A$  ile  $F_B$  arasındaki ilişki nedir?

- A.  $F_A$  sıfırdır,  $F_B$  sıfırdan farklıdır.
- B.  $F_A$ ,  $F_B$ 'den daha büyüktür.
- C.  $F_B$ ,  $F_A$ 'dan daha büyüktür.
- D.  $F_A$  ve  $F_B$  birbirlerine eşittir.\*
- E.  $F_A$  ile  $F_B$  birbirlerini yok ederler.
- F. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

22. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Ali sabit durduğundan, sadece Buket kuvvet uygular. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- B. Ali daha ağır olduğu için daha fazla kuvvet uygular. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- C. Buket itme uyguladığı için daha fazla kuvvet uygular. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Ali'nin ve Buket'in birbirlerine uyguladıkları kuvvet birbirinin etkisini yok edeceğinden, hiçbiri diğerine kuvvet uygulamaz. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- E. Birbirlerine temas eden nesnelere (canlı ya da cansız) her zaman birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygularlar. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- F. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yirmiikinci sorusunda, ikinci, onikinci, onüçüncü ve onaltıncı sorularında olduğu gibi Newton'un 3. Kanunu olan etki-tepki prensibine dikkat çekilmeye çalışılmış ve bu konu ile ilgili geliştirilen kavram yanılgılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu soruda farklı kütlelerdeki iki kişiden birinin diğerini itmesi durumunda birbirlerine uygulayacakları kuvvetlerin, yani etki ve tepki kuvvetlerinin karşılaştırılması istenmiştir.

Sorunun doğru cevabı etki kuvveti ile tepki kuvvetinin birbirine eşit olduğudur, yani birinci bölümde "D", ikinci bölümde "E" seçenekleridir. Soruyu bu şekilde cevaplayan öğrencilerin etki-tepki kuvvetleri ile ilgili kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine doğru bir şekilde yerleştirdikleri anlaşılmaktadır.

Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "A" seçeneklerinin seçilerek aktif olan kişinin kuvvet uyguladığının, sabit duranın ise kuvvet uygulamadığının belirtilmesi süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Sorunun birinci ve ikinci bölümlerinde "B" seçeneklerinin işaretlenerek, kütlesi büyük olanın daha fazla kuvvet uygulayacağını belirtilmesi süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirildiğini göstermektedir.

Birinci ve ikinci bölümlerde "C" seçeneğinin işaretlenerek sorunun cevaplanması, daha aktif olan kişinin daha büyük kuvvet uygulayacağı yönünde kavram yanlışlığına sahip olduğunu göstermektedir. Sorunun bu şekilde cevaplanması süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlığının varlığını göstermektedir.

Sorunun birinci bölümünde "E" ve ikinci bölümünde "D" seçeneklerinin seçilerek etki ve tepki kuvvetlerinin birbirinin etkisini yok edeceğinin, yani etkiyen herhangi bir kuvvet olmayacağını belirtilmesi, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirildiğini göstermektedir.

Bu soruda süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışları belirlenmeye çalışılmıştır.

Öğrencilerin etki-tepki kuvvetleriyle ilgili anlama seviyeleri, Tablo 4.11'de sunulan değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmış, öğrencilerin bu kavramla ilgili sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiş ve bu kavram yanlışlarının kaynakları ontoloji temelinde belirlenmiştir. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.54'te gösterilmiştir. Soruda belirlenen kavram yanlışları Tablo 4.55'te, bu kavram yanlışlarının ontolojik temelleri de Şekil 4.45 ve Şekil 4.46'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.54. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmiikinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Tam Anlama	0	2	0	7,69	2	8	7,69	30,76
Kısmen Anlama	1	3	3,85	11,54	3	0	11,54	0
Kavram Yanılgısı	25	21	96,15	80,77	21	18	80,77	69,23
Anlamama	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablo 4.54'teki ön test verileri incelendiğinde, etki-tepki prensibi ile ilgili kavramı tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencisi bulunmazken, deney grubu öğrencilerinin %7,69'unun bu kavramı doğru anladığı görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin %96,15'inin, deney grubu öğrencilerinin ise %80,77'snin ön testte kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmektedir. Bununla birlikte kontrol grubu öğrencilerinin %3,85'inin ve deney grubu öğrencilerinin %11,54'ünün gerekçeyi doğru belirterek kavramı kısmen anlama seviyesinde oldukları görülmektedir.

Tablo 4.54'te yer alan son test verileri incelendiğinde, kontrol grubunda kavramı tam anlayanların oranının %7,69'a, deney grubunda ise tam anlayanların oranının %30,76'ya yükseldiği görülmektedir. Son testte kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda %80,77'ye, deney grubunda ise %69,23'e düşmüştür. Deney grubunda kavramı kısmen anlayan öğrenci bulunmazken, kontrol grubunda kavramı kısmen anlayanların oranı %11,54'e yükseldiği belirlenmiştir.

Tablo 4.54 incelendiğinde, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda, geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubuna göre, kavramı tam anlayan öğrencilerin oranında daha büyük bir artış gerçekleşmiştir. Bu durumda, etki-tepki prensibiyle ilgili kavram yanılgılarını gidermek amacıyla özel olarak hazırlanan 13, 14, 15 ve 16 numaralı "Duvarı ittiğimizde duvar da elimize bir kuvvet uygular mı? Uygularsa bu kuvvetin büyüklüğü hakkında ne söylenebilir?", "Etkileşen iki cisim arasındaki kuvvetlerin ilişkisinin keşfi", "Durağan haldeki bir cisme etkiyen kuvvetler nelerdir?" başlıklı animasyonların etkisi olduğu söylenebilmektedir. Çünkü bu animasyonlarda kütlesi küçük/büyük, hareketsiz/hareketli, hızlı/yavaş olmalarının cisimlerin birbirlerine uyguladıkları kuvvetleri etkilemeyeceği, her durumda birbirlerine



eşit kuvvet uyguladıkları üzerinde durulmuştur. Bu soruda öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerini arttırmada, animasyon destekli öğretimin, geleneksel yöntemle yapılan öğretime göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Her iki gruptaki bazı öğrencilerin yanılgılarının giderilmesi başarsa da, yapılan öğretim sonucunda sahip olunan kavram yanılgılarının son testte de büyük oranda devam ettiği görülmektedir. İki grubun son testteki tam anlama seviyesine ulaşan öğrencilerin oranları karşılaştırıldığında, animasyon destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerin kavram öğrenme düzeylerini daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır.

KHKKT'nin yirmiikinci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer bir çalışma da, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmesidir. Tablo 4.55'te kontrol ve deney grubu öğrencilerinin KHKK ön testi ve son testinde sahip oldukları kavram yanılgıları ve bu yanılgıların oranları gösterilmiştir.

**Tablo 4.55. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmiikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanılgıları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Ali sabit durduğundan, sadece Buket kuvvet uygular.	9	7	34,62	26,92	4	4	15,38	15,38
Ali daha ağır olduğu için daha fazla kuvvet uygular.	7	4	26,92	15,38	5	6	19,23	23,08
Buket itme uyguladığı için daha fazla kuvvet uygular.	4	4	15,38	15,38	3	3	11,54	11,54
Ali'nin ve Buket'in birbirlerine uyguladıkları kuvvet birbirinin etkisini yok edeceğinden, hiçbiri diğerine kuvvet uygulamaz.	5	6	19,23	23,08	9	5	34,62	19,23

Tablo 4.55'teki veriler incelendiğinde, kontrol grubunda en fazla oranda sahip olunan kavram yanılgısı, sadece aktif olanın kuvvet uyguladığının belirtildiği, "Ali sabit durduğundan, sadece Buket kuvvet uygular." kavram yanılgısı olduğu görülmektedir. Bu kavram yanılgısının oranı kontrol grubu için %34,62, deney grubu için de %15,38 olarak tespit edilmiştir. Deney grubunun ön testte en fazla oranda sahip olduğu kavram yanılgısı ise, "Ali'nin ve Buket'in birbirlerine uyguladıkları kuvvet birbirinin etkisini yok edeceğinden, hiçbiri diğerine kuvvet uygulamaz." kavram yanılgısıdır. Bu kavram

yanılığının oranı deney grubu için %34,62, kontrol grubu için de %19,23 olarak tespit edilmiştir.

Kontrol ve deney grubu için ön testte ikinci sırada belirlenen kavram yanılığı "Ali daha ağır olduğu için daha fazla kuvvet uygular." kavram yanılığıdır. Bu kavram yanılığının oranı kontrol grubunda %26,92 ve deney grubunda %19,23 olarak tespit edilmiştir.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin son olarak "Buket itme uyguladığı için daha fazla kuvvet uygular." ifadesinde yanılığa düştükleri görülmektedir. Bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda %15,38 ve deney grubunda %11,54 olduğu görülmektedir.

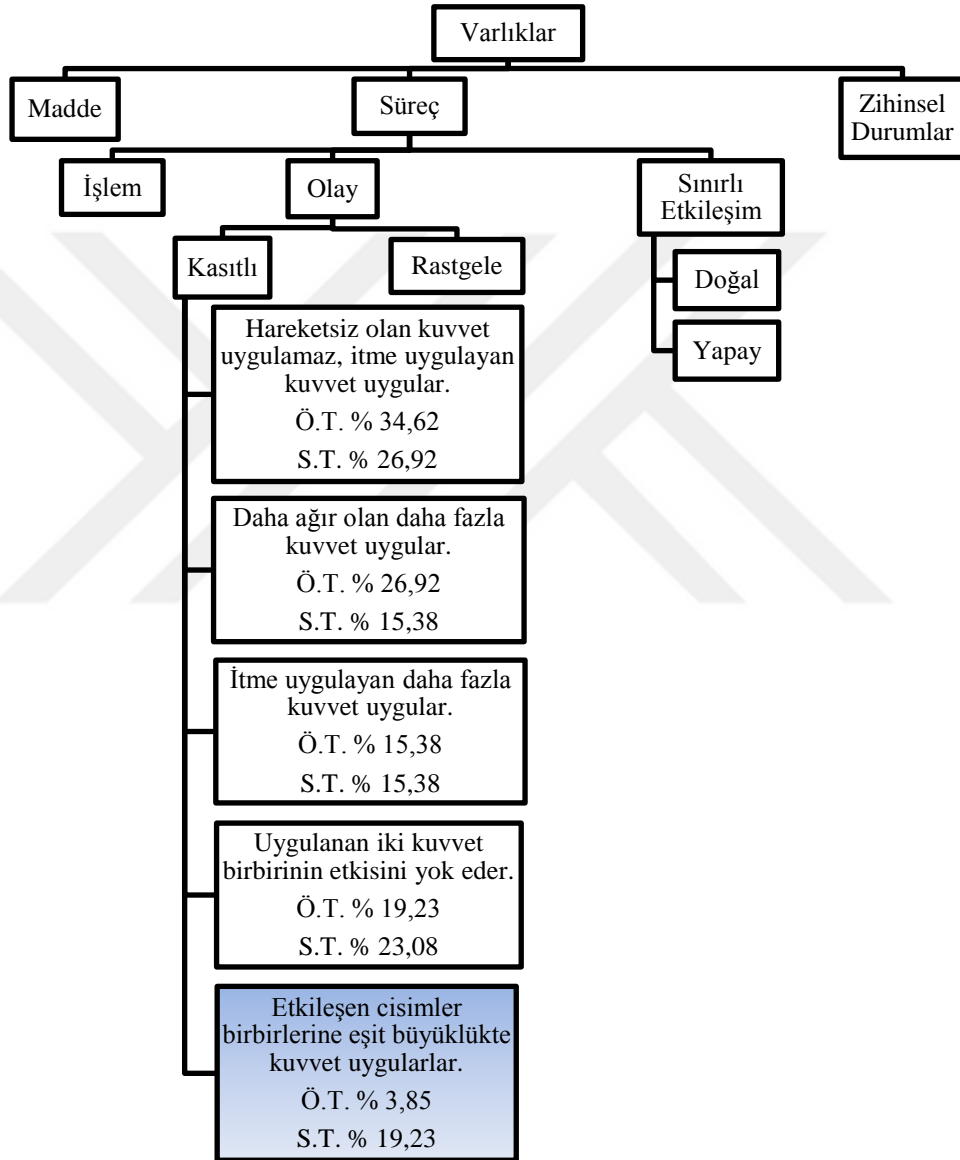
Tablo 4.55'teki son test verileri incelendiğinde, kontrol grubu için ön testte olduğu gibi son testte de ilk sırayı "Ali sabit durduğundan, sadece Buket kuvvet uygular." kavram yanılığının aldığı görülmektedir. Bu kavram yanılığının oranı kontrol grubunda %26,92'ye düştüğü, deney grubunda ise değişmeyerek %15,38 oranında kaldığı belirlenmiştir.

Deney grubunda ise son testte ilk sırada yer alan kavram yanılığı %23,08 oranla "Ali daha ağır olduğu için daha fazla kuvvet uygular." kavram yanılığıdır. Bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranının deney grubunda artması, kontrol grubunda ise azalarak %15,38 seviyesine ulaşması dikkat çekmektedir.

Kontrol ve deney gruplarının her ikisi için de ikinci sırada yer alan kavram yanılığı "Ali'nin ve Buket'in birbirlerine uyguladıkları kuvvet birbirinin etkisini yok edeceğinden, hiçbiri diğerine kuvvet uygulamaz." ifadesidir. Bu kavram yanılığının oranı kontrol grubu için %23,08, deney grubu için ise %19,23 olarak belirlenmiştir. Bu kavram yanılığına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranının artması ve deney grubu öğrencilerinin oranının azalması dikkat çeken noktalar arasındadır.

Her iki grup için de son sırada belirlenen kavram yanılığının, ön testte olduğu gibi son testte de "Buket itme uyguladığı için daha fazla kuvvet uygular." ifadesi olduğu görülmektedir. Bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranında herhangi bir değişim gözlenmezken, kontrol grubunda %15,38, deney grubunda ise %11,54 seviyesinde kaldığı belirlenmiştir.

KHKKT'nin yirmiikinci sorusunun analizi sırasında yapılan son çalışma olan kavram yanlışlarının ontolojik açıdan değerlendirilmesi Şekil 4.45 ve Şekil 4.46'da gösterilmiştir. Şekil 4.45'de kontrol grubu öğrencilerinin, Şekil 4.46'da ise deney grubu öğrencilerinin ön test ve son testteki kavram yanlışlarının ontolojik incelemesi gösterilmiştir.

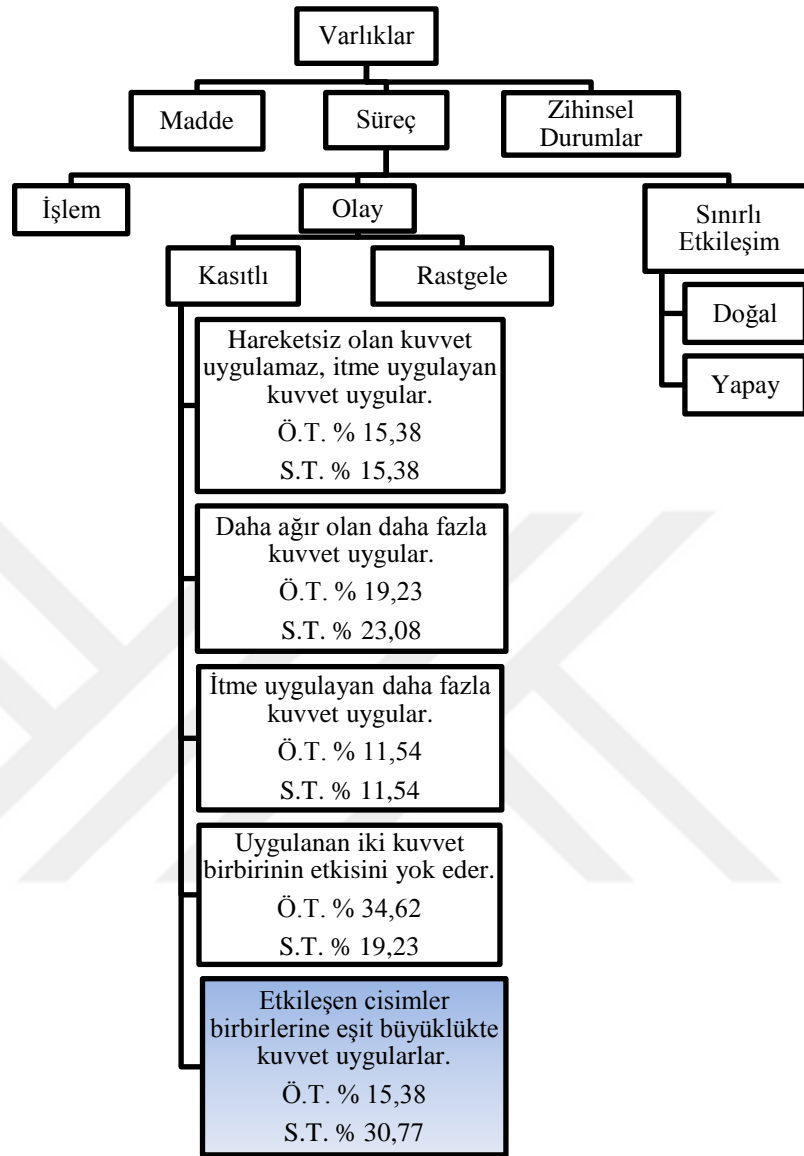


**Şekil 4.45. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmiikinci Sorusundaki Kavram Yanlışlarının Ontolojik İncelemesi**

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yirmiikinci sorusunda, kütleleri farklı olan iki kişiden birinin diğerini itmesi sırasında birbirlerine uyguladıkları etki-tepki kuvvetleri ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmeye

çalışılmıştır. Bu sorunun analizi sırasında belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik incelemesi sonucunda, kavram yanlışlarının süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanıl yerleştirmeden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Etkileşen cisimlerin birbirine eşit kuvvet uyguladığını belirterek, kavramı süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine doğru yerleştiren kontrol grubu öğrencilerinin ön testteki oranının %3,85 olduğu ve son testte bu oranın artarak %19,23'e yükseldiği belirlenmiştir.

Bu soruda daha aktif olanın veya daha ağır olanın kuvvet uyguladığı, uygulanan etki- tepki kuvvetlerinin birbirinin etkisini yok ettiğine yönelik kavram yanlışları tespit edilmiş ve bu kavram yanlışlarının ontoloji temelinde tek kaynağına rastlanmıştır. Yapılan ontolojik inceleme sonucunda, öğrencilerin süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde dört farklı yanıl kategori oluşturarak yerleştirdikleri ortaya çıkmıştır. Bu yanıl kategoriler arasında, en fazla oranda sahip olunan kavram yanlışlığı, "Hareketsiz olan kuvvet uygulamaz, itme uygulayan kuvvet uygular." ifadesidir. Bu kavram yanlışlığına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %34,62 iken, bu oran son testte %26,92'ye düşmüştür. Belirlenen ikinci yanıl kategoride ise, "Daha ağır olan daha fazla kuvvet uygular." ifadesi yer almaktadır. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı ön testte %26,92 iken, son testte bu oran %15,38'e düşmüştür. Üçüncü sıradaki yanıl kategoriye ise, "Uygulanan iki kuvvet birbirinin etkisini yok eder." ifadesi yerleştirilmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilerin %19,23'ü ön testte bu kavram yanlışlığına sahipken, son testte bu oran artarak %23,08'e ulaşmıştır. Diğer kavram yanlışlıklarına sahip öğrenci oranlarında azalma gözlenirken, bu kavram yanlışlığına sahip öğrenci oranının son testte artması dikkat çekmektedir. Süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yanıl olarak yerleştirilen son kavram yanlışlığı ise, "İtme uygulayan daha fazla kuvvet uygular." ifadesidir. Kontrol grubu öğrencilerinin ön testte %15,38 oranında bu kavram yanlışlığına sahip oldukları ve son testte bu oranın değişmediği belirlenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya ilişkin kavram yanlışlıklarında genel anlamda bir düşüş olmasına rağmen, kavram yanlışlıklarının tam olarak ortadan kalkmaması dikkat çekmektedir. Bu durumun en önemli sebebi, öğrencilerin geçmiş yaşam tecrübeleriyle oluşturdukları kavram yanlışlıklarına sıkı bir şekilde bağlı olmaları ve zihinlerinde oluşturdukları ontolojik kategorileri geleneksel öğretimle değiştirmede zorlanmaları gösterilebilir.



**Şekil 4.46. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmiikinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.46 incelendiğinde, etkileşen cisimlerin birbirine eşit kuvvet uyguladığını belirterek, kavramı süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine doğru yerleştiren deney grubu öğrencilerinin olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %30,77'ye çıkmıştır.

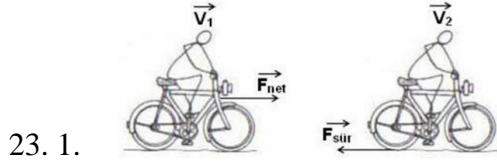
Bu sorunun analizi sırasında belirlenen kavram yanılgılarının ontolojik incelemesi sonucunda, kavram yanılgılarının süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklandığı tespit edilmiştir. Yapılan ontolojik inceleme sonucunda, öğrencilerin süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay

kategorisi içerisinde dört farklı yanal kategori oluşturarak yerleştirdikleri ortaya çıkmıştır. Bu yanal kategoriler arasında, deney grubunda en fazla oranda sahip olunan kavram yanılığı, "Uygulanan iki kuvvet birbirinin etkisini yok eder." ifadesidir. Bu kavram yanılığına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %34,62 iken, bu oran son testte %19,23'e düşmüştür. Deney grubunda yapılan öğretim sonucunda yaşanan en büyük orandaki değişim bu kavram yanılığında gerçekleşmiştir. Belirlenen ikinci yanal kategoride ise, "Daha ağır olan daha fazla kuvvet uygular." ifadesi yer almaktadır. Bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranı ön testte %19,23 iken, son testte bu oran artarak %23,08 seviyesine ulaşmıştır. Bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranında artış olması dikkat çeken konular arasındadır.

Üçüncü sıradaki yanal kategoriye ise, "Hareketsiz olan kuvvet uygulamaz, itme uygulayan kuvvet uygular." ifadesi yerleştirilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin ön testte %15,38 oranında bu kavram yanılığına sahip oldukları ve son testte bu oranın değişmeyerek %15,38 seviyesinde kaldığı belirlenmiştir. Süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yanal olarak yerleştirilen dördüncü kavram yanılığı ise, "İtme uygulayan daha fazla kuvvet uygular." ifadesidir. Deney grubu öğrencilerinin ön testte %11,54 oranında bu kavram yanılığına sahip oldukları ve son testte bu oranın değişmediği belirlenmiştir. Bu soru ile ilgili dikkat çeken bir diğer konu da "Hareketsiz olan kuvvet uygulamaz, itme uygulayan kuvvet uygular." ve "İtme uygulayan daha fazla kuvvet uygular." kavram yanılıklarına sahip öğrencilerin oranlarında herhangi bir değişim gözlenmemesidir.

Bu soruda sadece "Uygulanan iki kuvvet birbirinin etkisini yok eder." kavram yanılığına sahip öğrencilerin oranında bir azalma söz konusu olduğundan, bu kavram yanılığına sahip öğrencilerin kavram yanılıklarını düzelterek, kavramı doğru kategoriye yerleştirmede başarılı oldukları söylenebilir. Şekil 4.46 incelendiğinde, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda kavram yanılıklarının bir kısmının düzeltilmesine rağmen, birçok kavram yanılığının son testte de devam ettiği görülmektedir.

### 4.3.23. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirmiüçüncü Sorusuna Ait Analizler



Düz bir yolda bisiklet süren bir kişi, bir süre sonra pedal çevirmeyi bırakırsa, bundan sonraki hareketi için ne söylenebilir?

- A. Hemen yavaşlamaya başlayıp, bir süre sonra duracaktır.\*
- B. Sabit bir hızla hareket etmeye devam edecektir.
- C. Belli bir süre sabit hızla hareket etmeye devam edip, sonra yavaşlayarak duracaktır.
- D. Hemen duracaktır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

23. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Bir cismin hareket etmesine neden olan kuvvet artık etkimiyor olsa bile, hareketi etkilemeye devam eder. (Madde → Doğal Tür → Cansız)
- B. Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur. (Madde → Doğal Tür → Cansız)
- C. Başlangıçta pedalı çevirirken sürtünme kuvvetine karşı iş yapılır ve bisiklete kinetik enerji kazandırılır. Bu enerji başka bir enerjiye dönüşene kadar bisiklet yol alır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- D. Bir cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetler kaldırılırsa, cisim hareketsiz kalır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

KHKKT'nin yirmiüç numaralı sorusunda pedal çevirerek hareket eden bir bisikletli, bir süre sonra pedal çevirmeyi bırakırsa bisikletlinin bundan sonraki hareketinin nasıl olacağı sorulmaktadır. Bu sorunun doğru yanıtı şu şekilde açıklanabilir: Bisikletin pedalları çevrildiği sırada tekerleklere kuvvet uygulanır ve bu kuvvet yönünde bisiklet yol alır, dolayısıyla bisiklet üzerine iş yapılır. Sürtünme kuvvetine karşı iş yapıldıkça,

yapılan iş kadar bisiklet kinetik enerji kazanır ve hızı artar. Pedalların döndürülmesi bırakılırsa, bisiklete kuvvet uygulanması da bırakılmış olur. Pedalların çevrilmesi bırakıldığında bisikletin hızından ötürü kinetik enerjisi vardır. Artık kuvvet uygulanmıyor olsa bile, bisiklet hemen durmaz, sahip olduğu kinetik enerji başka bir enerjiye dönüşene kadar hareket eder. Pedalların çevrilmesi bırakıldığında, sahip olunan kinetik enerji kadar iş yapılır. Bu kez sürtünme kuvveti bisiklet üzerine negatif iş yapar çünkü hareketin yönü ile sürtünme kuvvetinin yönü birbirine zıttır. Bisiklet, hızı ve kinetik enerjisi azalarak bir süre daha hareketini sürdürür ve sonunda durur. Dolayısıyla bu sorunun doğru cevabı birinci bölümde "A" ve ikinci bölümde "C" seçenekleridir. Bisikletlinin hareketi sırasında gerçekleşen iş ve enerji dönüşümleri Şekil 4.47'de detaylı olarak açıklanmıştır. Bisikletin pedallarının çevrilerek hızının artırılması ve enerji kazanması, pedalların çevrilmesi bırakıldığında da bu enerjinin işe dönüşmesi olayı bir süreç içerisinde gerçekleşen kasıtlı bir olaydır. Yani bu sorunun doğru cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru yerleştirildiği anlamına gelmektedir.

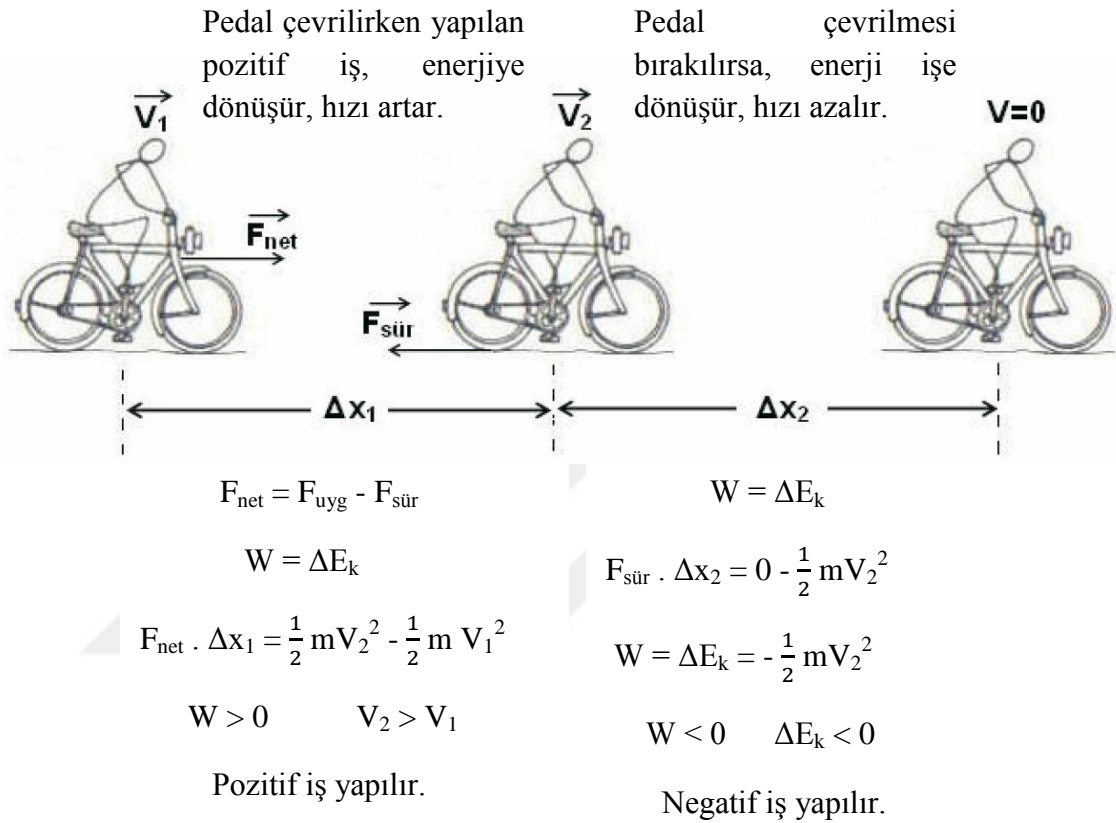
Bir cisme hareketi doğrultusunda etkiyen kuvvetler kaldırılırsa, cismin aniden hareketsiz kalacağı görüşü öğrenciler arasında sık karşılaşılan bir kavram yanılığıdır. Sorunun birinci ve ikinci bölümünde "D" seçeneklerini işaretleyerek bu soruyu cevaplayan öğrencilerin bu kavram yanılığına sahip oldukları anlaşılmaktadır. Bu kavram yanılığı süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanmaktadır.

Öğrenciler arasında sık karşılaşılan bir diğer kavram yanılığı da, hareketin başlangıcında uygulanan kuvvetin cismin bir parçası haline gelerek, cisim tarafından kazanıldığı ve artık etkimiyor olsa bile, kuvvetin hareketi etkilemeye devam ettiğidir. Burada kuvvete, cisim tarafından kazanılma, cismin bir parçası haline gelme gibi maddesel özellikler yüklenmiştir. Bu yüzden bu soruyu birinci bölümde "B", ikinci bölümde de "A" seçeneğini işaretleyerek cevaplayanların, kuvvetle ilgili kavramın madde kategorisinin alt kategorisi olan cansız doğal kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Madde kategorisinin cansız doğal tür alt kategorisine yerleştirmeden kaynaklanan bir diğer yaygın kavram yanılığı da kuvvetin cisim tarafından kazanılabildiği, kullanılıp



tükenebildiği ve tükendiği zaman da cismin duracağı görüşüdür. Sorunun birinci bölümünde "C" seçeneğini, ikinci bölümünde de "B" seçeneğini seçenlerin, kuvvetle ilgili kavramı madde kategorisinin alt kategorisi olan cansız doğal tür kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılığına sahip oldukları belirlenmektedir.



**Şekil 4.47. Bisikletlinin Pedalları Çevirirken ve Çevirmeyi Bıraktığındaki Hız Değişimi ile İş ve Enerjinin Birbirine Dönüşümü (Cerit Berber (2008)'den Adapte Edilmiştir)**

Öğrencilerin etki-tepki kuvvetleriyle ilgili anlama seviyeleri, Tablo 4.11'de sunulan değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.56'da gösterilmiştir. Soruda belirlenen kavram yanılığları Tablo 4.57'de, bu kavram yanılığlarının ontolojik temelleri de Şekil 4.48 ve Şekil 4.49'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.56. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmüçüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	2	4	7,69	15,38	4	8	15,38	30,77
<b>Kısmen Anlama</b>	6	6	23,08	23,08	3	1	11,54	3,85
<b>Kavram Yanılgısı</b>	17	16	65,38	61,54	18	17	69,23	65,38
<b>Anlamama</b>	1	0	3,85	0	1	0	3,85	0

Tablo 4.56 incelendiğinde, bisikletlinin pedal çevirmeyi bıraktıktan sonraki hareketinin nasıl olacağı ile ilgili kavramı tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencilerinin oranının ön testte %7,69 ve son testte %15,38 olduğu görülmüştür. Aynı kavramı tam ve doğru anlayanların deney grubundaki oranı ise ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %30,77'ye yükselmiştir. Sorunun her iki aşamasında da doğru cevap vererek kavramı tam ve doğru anlayan öğrenci oranının deney grubunda daha fazla artması, animasyon destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre kavramsal anlama düzeyini daha fazla artırdığını ortaya çıkarmaktadır. Kavramı kısmen anlayanların, yani sorunun gerekçe bölümünü doğru cevaplayanların oranı kontrol grubunda ön testte ve son testte %23,08 olarak bulunmuştur. Deney grubunda ise kavramı kısmen anlayanların oranı ön testte %11,54, son testte ise %3,85 olarak bulunmuştur. Kavramı kısmen anlayanların oranının deney grubunda azalması, tam ve doğru anlayanların ise yükselmesi, bazı öğrencilerin kısmen anlama seviyesinden tam anlama seviyesine yükseldiğini göstermektedir. Soruda irdelenen kavram ile ilgili kavram yanılgısına sahip olanların oranı ise iki grupta da ön testte ve son testte oldukça fazladır. Kontrol grubunda kavram yanılgısına sahip olanların oranı ön testte %65,38 ve son testte %61,54 olarak bulunmuştur. Deney grubunda ise ön testte %69,23 olan kavram yanılgısına sahip olma oranı, son testte %65,38'e düşmüştür. Her iki grupta da yapılan öğretim sonucunda, kavram yanılgılarının çoğunun giderilemediği ortaya çıkmaktadır. Kontrol ve deney gruplarında ön testte %3,85 oranlarında kavramı anlayamayan öğrenci belirlenmiştir, son testte ise kavramı anlayamayan öğrenciye rastlanmamıştır.

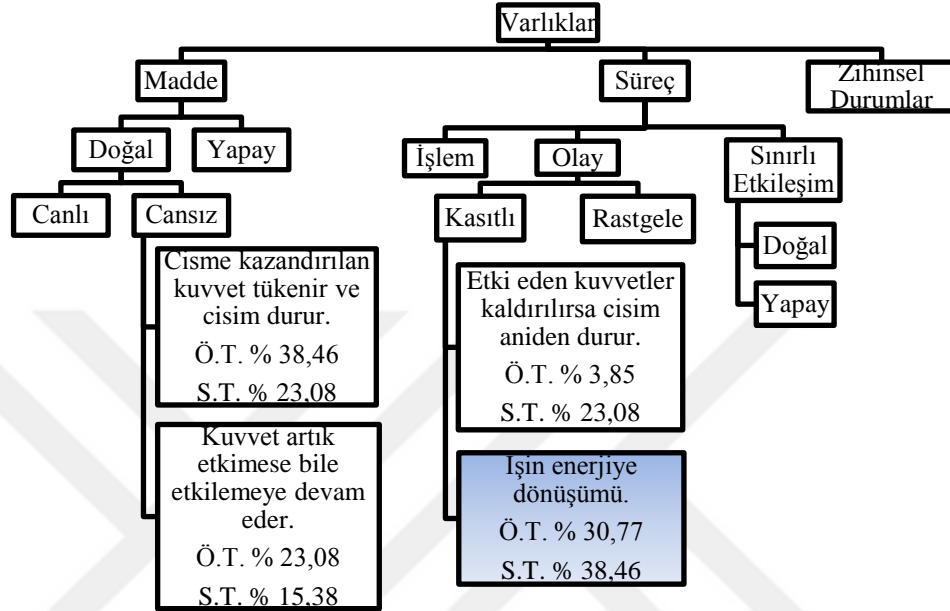
Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yirmüçüncü sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 4.57'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.57. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Bir cismin hareket etmesine neden olan kuvvet artık etkimiyor olsa bile, hareketi etkilemeye devam eder.	6	4	23,08	15,38	4	3	15,38	11,54
Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur.	10	6	38,46	23,08	9	7	34,62	26,92
Bir cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetler kaldırılırsa, cisim hareketsiz kalır.	1	6	3,85	23,08	5	7	19,23	26,92

Tablo 4.57 incelendiğinde, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanlışının, "Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur." olduğu görülmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin %38,46'sı ön testte bu yanlışya sahipken, son testte bu oran %23,08'e düşmüştür. Deney grubundaki öğrencilerin ise %34,62'si ön testte bu yanlışya sahipken, son testte bu oran %26,92'ye düşmüştür. Ön testte öğrencilerin ikinci sırada yoğunlaştıkları kavram yanlışısı ise "Bir cismin hareket etmesine neden olan kuvvet artık etkimiyor olsa bile, hareketi etkilemeye devam eder." ifadesidir. Bu yanlışın kontrol grubundaki oranı ön testte %23,08, son testte ise %15,38 olarak belirlenmiştir. Yanlışın deney grubundaki oranı ise ön testte %15,38 ve son testte %11,54 olarak belirlenmiştir. Her iki yanlışın da yapılan öğretim sonucunda iki grupta da büyük oranda giderildiği görülmektedir. Bu soruda belirlenen son kavram yanlışısı ise, "Bir cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetler kaldırılırsa, cisim hareketsiz kalır." şeklindedir. Bu yanlışın oranının son testte iki grupta da artması, dikkat çeken bir sonuç olmuştur. Kontrol grubunda bu yanlışın oranı ön testte %3,85, son testte ise %23,08 olarak belirlenmiştir. Deney grubunda ise bu yanlışın oranı ön testte %19,23, son testte ise %26,92 olarak belirlenmiştir. Öğretim sonucunda, kuvvetin etkimeediği anda, cismin duracağını

söyleyenlerin sayısının son testte arttığı görülmektedir. Yapılan öğretim, zaman zaman öğrencilerin yeni kavram yanılgıları oluşturmasına sebep olabilmektedir. Bu durum da, buna bir örnek olmuştur.



**Şekil 4.48. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmüçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin yirmüçüncü sorusunda pedal çevirmeyi bırakan bisikletlinin, bundan sonraki hareketinin nasıl devam edeceği sorulmaktadır. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevapların ontoloji temelinde incelenmesinin ardından, belirlenen kavram yanılgılarının iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan cansız - doğal madde kategorisi içerisinde oluşturulmuş iki farklı yanal kategoridir. Diğeri ise, süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde oluşturulmuş yanal kategoridir.

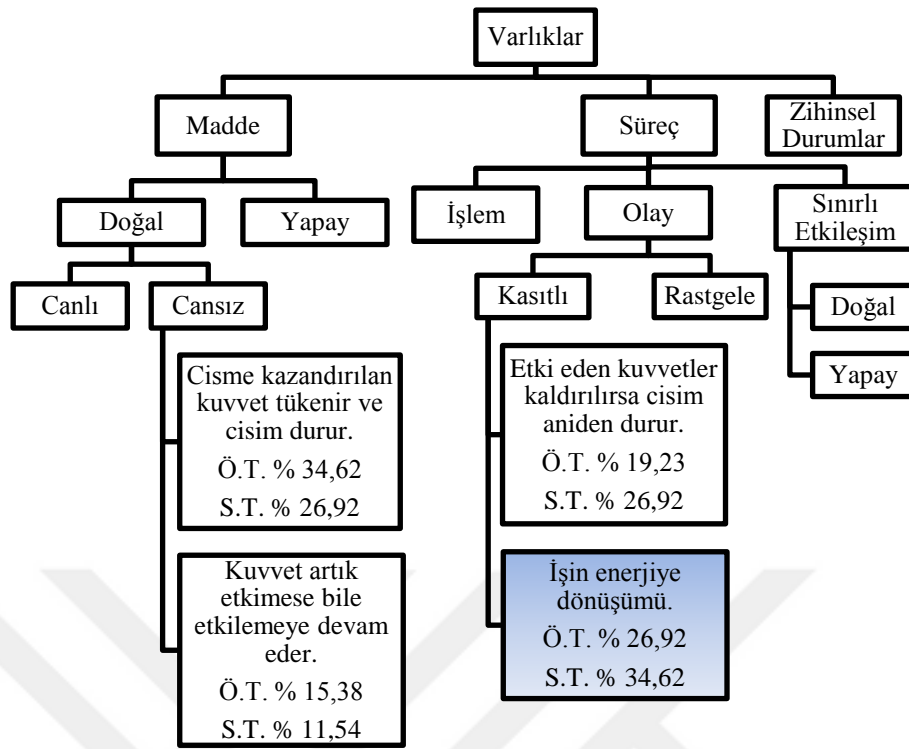
Kontrol grubunda, bu soruyu doğru cevaplayarak, bisikletlinin hareketini yapılan iş ve enerji kavramlarının birbirine dönüşümü şeklinde açıklayabilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru şekilde yerleştirildiğini göstermektedir. Soruyu bu şekilde açıklayan öğrencilerin oranı ön testte %30,77 iken, son testte bu oran %38,46'ya yükselmiştir.

Kasıtlı olay kategorisi içerisine yanal bir kategori oluşturarak, etki eden kuvvetler kaldırıldığında, cismin aniden duracağını belirten öğrencilerin oranının son testte arttığı

görülmektedir. Ön testte bu yanılığın oranı %3,85 iken, son testte bu oran %23,08'e yükselmiştir.

Bu soruda belirlenen kavram yanılığının diğer kaynağı ise cansız doğal madde kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Cansız doğal madde kategorisi içerisinde iki yanıl kategori oluşturulduğu görülmektedir. Bu kategorilerden ilki, "cisme kazandırılan kuvvet tükenir ve cisim durur" kavram yanılığsıdır. Öğrencilerin en fazla oranda bu kavram yanılığsında yoğunlaştıkları görülmektedir. Kuvvet kavramına tükenebilme gibi maddesel özelliklerin yüklendiğı kavram yanılığsının oranı ön testte %38,46 ve son testte %23,08 olarak bulunmuştur.

Cansız doğal madde kategorisine yerleştirilen ikinci kavram yanılığsında ise, kuvvet artık etkimiyor olsa bile cismi etkilemeye devam ettiğinin savunulduğu kavram yanılığsıdır. Bu yanılığın oranı ön testte %23,08 ve son testte %15,38 olarak bulunmuştur. Madde kategorisine yerleştirilen kavram yanılığsının oranlarının son testte azaldıkları tespit edilmiştir.



**Şekil 4.49. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmiüçüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin yirmiüçüncü sorusunda pedal çevirmeyi bırakan bisikletlinin, bundan sonraki hareketinin nasıl devam edeceği sorulmaktadır. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevapların ontoloji temelinde incelenmesinin ardından, belirlenen kavram yanılgılarının iki kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, madde kategorisinin alt kategorilerinden biri olan cansız - doğal madde kategorisi içerisinde oluşturulmuş iki farklı yanılma kategoridir. Diğeri ise, süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde oluşturulmuş kategoridir.

Deney grubunda, bu soruyu doğru cevaplayarak, bisikletlinin hareketini yapılan iş ve enerji kavramlarının birbirine dönüşümü şeklinde açıklayabilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Sorunun bu şekilde cevaplanması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru şekilde yerleştirildiğini göstermektedir. Soruyu bu şekilde açıklayan öğrencilerin oranı ön testte %26,92 iken, son testte bu oran %34,62'ye yükselmiştir.

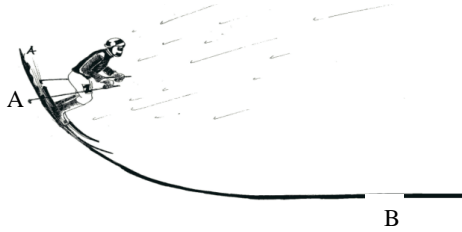
Kasıtlı olay kategorisi içerisinde oluşturulan yanılma kategoride yer alan kavram yanılgısı ise "etki eden kuvvetler kaldırılırsa, cisim aniden durur" ifadesidir. Bu yanılgıya sahip öğrenciler cismin hareket edip etmemesini, kuvvetin etkiyip etkimemesi olayıyla açıklamaktadırlar. Bu yüzden bu kavramın kasıtlı olay kategorisi içerisine yerleştirildiği

anlaşılmaktadır. Bu yanılgıya sahip öğrencilerin oranı ön testte %19,23 iken, son testte bu oran %26,92'ye yükselmiştir. Kontrol grubunda olduğu gibi, deney grubunda da bu yanılgının oranının son testte artması dikkat çeken bir sonuç olmuştur. Öğrencilerin bu yanılgıları düzeltilmedikleri gibi, bazı öğrencilerin yapılan öğretim sonunda yeni kavram yanılgıları oluşturdukları gözlenmiştir.

Bu soruda belirlenen kavram yanılgılarının ikinci kaynağı ise cansız doğal madde kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Cansız doğal madde kategorisi içerisinde iki yanal kategori oluşturulduğu görülmektedir. Bu kategorilerden ilki, "cisim kazandırılan kuvvet tükenir ve cisim durur" kavram yanılgısıdır. Kontrol grubunda olduğu gibi, deney grubunda da öğrencilerin en fazla oranda bu kavram yanılgısında yoğunlaştıkları görülmektedir. Kuvvet kavramına tükenebilme gibi maddesel özelliklerin atandığı kavram yanılgısının oranı ön testte %34,62 iken, son testte bu oran %26,92'ye düşmüştür.

Cansız doğal madde kategorisine yerleştirilen ikinci kavram yanılgısı ise, "kuvvet artık etkimese bile, cismi etkilemeye devam eder" ifadesidir. Bu yanılgının oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür.

#### 4.3.24. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirmidördüncü Sorusuna Ait Analizler



24. 1. Bir kayak pistinin A noktasından kendini serbest bırakan  $m$  kütleli kayakçı, B noktasına kadar kayabiliyor ve B noktasında duruyor. Yine aynı A noktasından 2 katı olan  $2m$  kütleli bir kayakçı kendini serbest bırakırsa nerede durur? (Pist yeteri kadar uzundur.)

- A. B noktasında durur.\*
- B. B noktasına varmadan durur.
- C. B noktasından daha ileride bir noktada durur.
- D.  $m$  kütleli kayakçının aldığı yolun iki katı yol alarak durur.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

24. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Kütle arttığı için sürtünme kuvveti artacak ve alacağı yol azalacaktır.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- B. Alınan yol kütleyle bağlı değildir. (Süreç → Olay → Kasıtlı)\*
- C. Kütle arttığı için enerji de artacaktır ve daha fazla yol alacaktır.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Kütle arttığı için kayakçı daha hızlı inecektir ve daha fazla yol alacaktır.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- E. Potansiyel enerji 2 katına çıktığı için alınan yol da iki katına çıkar.  
(Süreç → İşlem)
- F. Kütleyle alınan yol doğru orantılıdır. Kütle iki katına çıkarsa alınan yol da iki katına çıkar. (Süreç → İşlem)
- G. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yirmidördüncü sorusunda, potansiyel enerji, kinetik enerji, enerjinin farklı türdeki enerjiye dönüşümü ve enerjinin işe dönüşümü konuları irdelenmiştir. Soruda, bir kayak pistinde, belli bir yükseklikten kendini serbest bırakarak kayan kütleleri  $m$  ve  $2m$  olan iki kayakçının durma noktaları ile ilgili bir kıyaslama yapılması istenmektedir. Öğrencilerin, kütleleri farklı iki kayakçının durma noktalarını kıyaslarken yürüttükleri mantığa göre kavramın hangi ontolojik kategoriye yerleştirildiği saptanmaya çalışılmıştır. Bu soruda potansiyel enerji, kinetik enerji ve işin birbiri ile olan ilişkisine dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin, kayakçıların alacağı mesafenin kütlelerine göre değişip değişmeyeceği hakkındaki görüşleri sorgulanmakta ve yorumları alınmaktadır.

Aynı yükseklikten harekete başlayan, farklı kütlelerdeki kişilerin sahip oldukları potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşür ve bu enerji kadar iş yapılır. Yani hareketin başlangıcında sahip olunan potansiyel enerji kadar sürtünme kuvveti iş yapar. Sorunun doğru cevabı, kayakçıların alacağı yolun kütleyle bağılı olarak değişmeyeceğidir. Kayakçıların kütleleri her ne olursa olsun, durma mesafesini etkilemez, hepsi aynı mesafede durur. Kayakçının kütlesi ister  $m$ , ister  $2m$ , isterse de  $3m$  olsun hepsi aynı sürede, aynı noktaya ulaşır. Yani alınan yol kütleden bağımsızdır. Bu durum şu şekilde açıklanabilir: Kütlesi  $m$  olan kayakçı tepe noktasından, ilk hızı olmadan, kendini serbest bırakarak hareketine başlamaktadır. Bu durumda hızı olmadığından kinetik enerjisi de yoktur, yüksekliğinden dolayı sadece potansiyel enerjiye sahiptir. Tepeden aşağıya inerken sahip olunan potansiyel enerji zamanla azalır, kinetik enerjiye dönüşür ve kayakçının hızı artar. Daha sonra sahip olunan kinetik enerji ile sürtünme kuvveti iş yapar. Kinetik enerji işe dönüşene kadar kayakçı hareketini yavaşlatarak sürdürür ve sonunda durur. Özetle, başlangıç noktasında sahip olunan potansiyel enerji kadar sürtünme kuvveti iş yapacaktır. Yani sürtünme kuvvetinin yaptığı iş ile potansiyel enerji bağıntıları birbirine eşittir.  $M$  kütleli kayakçının  $h$  yüksekliğindeki potansiyel enerjisi  $E_p = mgh$  bağıntısıyla hesaplanır. Yerin sürtünme katsayısını  $k$ , kayakçının yatayda alacağı mesafeyi de  $x$  kabul edersek, sürtünme kuvvetinin yapacağı iş de  $W = F_s \cdot x = N \cdot k \cdot x = mgkx$  bağıntısıyla hesaplanabilir. Buradan  $E_p = W$  olduğundan,  $mgh = mgkx$  olur. İki tarafta da bulunan  $mg$ 'ler birbirini götürdüğünde  $h = kx$  bulunur. Yani  $x = h/k$ 'dir. Bu durumda yatayda alınan yolu etkileyen faktörler sadece hareketin başlangıç yüksekliğini ifade eden  $h$  değeri ve sürtünme katsayısı olan  $k$  değeridir.

Bunun haricindeki  $m$  kütle değerinin  $x$  bağıntısında etkisi yoktur. Kayakçının kütlesi  $2m$  olsaydı,  $2mgh=2mgkx$  olacaktı, bu sefer  $2m$ 'ler birbirini götürcekti ve yine  $x=h/k$  bağıntısı bulunacaktı. Kütlenin  $3m$  veya  $4m$  olması gene bu sonucu değiştirmeyecekti. Dolayısıyla, kayakçının ulaşacağı mesafe olan  $x$  değeri kütleyle göre değişmez, kütleden bağımsızdır, sadece yükseklik ve sürtünme katsayısından etkilenir. Buna göre bu sorunun doğru cevabı birinci bölümde "A" seçeneği ve onun sebebi olan ikinci bölümde de "B" seçeneğidir. Alınan yolun kütleyle bağlı olarak değişmeyeceğinin belirtilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir.

Bu soruda kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan ve işlem kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu soruda en fazla karşılaşılan kavram yanlışlarından bir tanesi, kütlesi fazla olan kayakçının daha fazla enerjiye sahip olduğu için daha fazla yol alacağı ve belirlenen noktadan daha uzakta duracağı görüşüdür. Birinci ve ikinci bölümde "C" seçeneklerini işaretleyerek bu görüşü belirtenler, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışına sahiptirler. Bazı öğrenciler de daha fazla kütleyle sahip olan kayakçının daha hızlı aşağıya ineceği, bu yüzden de daha uzakta bir noktada duracağı görüşündedirler. Birinci bölümde "C" ve ikinci bölümde "D" seçeneğinin işaretlenerek, büyük kütleli kayakçının daha uzakta duracağı görüşünü kayakçının daha hızlı inmesine dayandırılması, süreç kategorisinin kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirilmesiyle açıklanmaktadır. Bazı öğrenciler ise daha fazla kütleyle sahip kayakçının, belirlenen noktaya ulaşmadan duracağı görüşündedirler. Bu düşüncelerini, kütlesi fazla olan kişiye etkileyen sürtünme kuvvetinin de daha fazla olacağı, bu sebeple de daha kısa mesafede duracağı görüşüne dayandırmaktadırlar. Sorunun birinci bölümünde "B", ikinci bölümünde "A" seçeneğini işaretleyerek, kütle arttıkça sürtünme kuvvetinin de artacağı ve bu sebeple daha kısa mesafede duracağını belirtenlerin, süreç kategorisinin kasıtlı olay alt kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışına sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Kütle ile yol arasındaki ilişkinin veya enerji ile yol arasındaki ilişkinin birebir oranla açıklanması süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine işaret etmektedir. Örneğin bu sorunun ilk bölümünde "D" seçeneğinin, ikinci bölümde "F" seçeneğinin seçilerek  $2m$  kütleli kayakçının iki katı mesafede duracağını belirtilmesi ve bu durumu

kütle ile ilişkilendirerek, kütle ile yolun doğru orantılı olarak değişeceğini, kütle iki katına çıktığında, mesafenin de iki katına çıkacağını savunulması, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanlış yerleştirildiğini göstermektedir. Benzer şekilde birinci bölümde "D" seçeneğinin ve ikinci bölümde "E" seçeneğinin seçilmesi ve 2m kütleli kayakçının potansiyel enerjisi iki katı olduğundan, duracağı mesafenin de iki katına çıkacağını savunulması, süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanlış yerleştirildiğini göstermektedir.

Öğrencilerin, kayakçıların hareketin başlangıcında sahip oldukları potansiyel enerjinin aldıkları yolları nasıl etkileyeceği ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de verilen değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. Kontrol ve deney grubunun bu soru ile ilgili ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.58'de sunulmaktadır.

**Tablo 4.58. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmidördüncü Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	0	1	0	3,85	0	10	0	38,46
<b>Kısmen Anlama</b>	2	3	7,69	11,54	0	1	0	3,85
<b>Kavram Yanılgısı</b>	23	22	88,46	84,62	25	14	96,15	53,85
<b>Anlamama</b>	1	0	3,85	0	1	1	3,85	3,85

Tablo 4.58'e göre, ön testte kontrol ve deney grubunun her ikisinde de bu soru ile ilgili tam anlama seviyesinde öğrenci bulunmadığı görülmektedir. Cisimlerin sahip oldukları potansiyel enerjinin hareketlinin aldığı yolu nasıl etkilediği ile ilgili konuda kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda %88,46 iken, deney grubunda bu oran %96,15 olarak belirlenmiştir. Kısmen anlama seviyesindeki öğrencilerin oranı kontrol grubunda %7,69'dur. Deney grubunda ise ön testte kavramı kısmen anlama seviyesinde öğrenci bulunmamaktadır. Her iki grupta da kavramı anlamama seviyesindeki öğrencilerin oranı %3,85 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.58, enerjinin işe dönüşümü ve cismin kütlesi ile cismin hareketi boyunca alacağı yol arasındaki ilişkiyi irdeleyen sorunun son test uygulamasındaki kontrol ve deney grubu öğrencilerinin anlama seviyelerini göstermektedir. Tablo 4.58'e göre,

kontrol grubunda son testte soruyu tam anlayan öğrencilerin oranı %3,85'de kalırken, deney grubunda bu oranın %38,46 seviyesine çıktığı gözlenmektedir. Bu konu ile ilgili kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubunda %84,62'ye, deney grubunda ise %53,85 seviyesine gerilemiştir. Kontrol grubunda kısmen anlayanların oranı %11,54'e, deney grubunda ise %3,85'e yükselmiştir. Bu soruda belirlenen kavram yanlışlarının giderilmesinde geleneksel yöntemle yapılan öğretimle istenilen başarının elde edilemediği fark edilmektedir. Kontrol grubundaki öğrencilerin yanlışları son testte de büyük oranda devam etmektedir. İki grubun son testteki tam anlama seviyesine ulaşan öğrencilerin oranları karşılaştırıldığında, animasyon destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerin kavram öğrenme düzeyini daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Bu konu ile ilgili kavramların daha kolay öğrenilebilmesi ve kavram yanlışlarının giderilebilmesi amacıyla, deney grubunda uygulanması amacıyla 37 numaralı, "Farklı kütlelerdeki kayakçıların durma mesafeleri" başlıklı animasyon hazırlanmıştır. Animasyonda, soruda bahsedilen durumla ilgili öğrencilerin fikirleri sorulmakta ve animasyonda farklı kütlelerdeki bütün kayakçıların aynı mesafede durdukları görülmektedir. Daha sonra da bu durumun sebeplerini açıklayan açıklama metni görülmektedir. Tablo 4.58 incelendiğinde, animasyonun kullanıldığı deney grubunda, geleneksel yaklaşıma göre öğretimin yapıldığı kontrol grubuna göre konu ile ilgili kavram anlama seviyelerinde daha fazla artış olduğu görülmektedir. Kontrol ve deney gruplarının her ikisinde de enerji dönüşümlerini açıklayan çalışmalar yapılmasına rağmen, öğrencilerin enerji dönüşümünün alınan yol ile ilişkisini tahmin edip, bunu doğru bir şekilde açıklamada zorlandıkları görülmüştür. İşlemsel beceri gerektiren sorular üzerinde öğrencilerin mantıklı düşünme, sorgulama ispat etme becerilerini yeteri kadar kullanamamaları bu durumu açıklayabilir. Öğrenciler bu tür işlemsel beceri gerektiren soruların çözümünde, önceden içselleştirdikleri ve kalıplaştırdıkları bilgilere yönelmektedirler. Zihinlerine önceden yerleşmiş kavram yanlışlarını ezbersel olarak içselleştirirler (Topalsan, 2015). Bunun gibi bir soruyu çözmek gerektiğinde de direkt olarak kalıplaşmış olan o bilgiye başvururlar ve bu kalıplaşmış bilgiyi değiştirmek oldukça güçtür. Bu soruda yapılan analiz incelendiğinde, animasyon destekli öğretimin yapıldığı deney grubunda %53,85 oranında, geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol

grubunda ise %84,62 oranında uygulamalardan sonra hala kavram yanlışlarına rastlanmıştır.

Bu soru ile ilgili yapılan bir diğer çalışma da, öğrencilerin verdikleri cevaplardan yola çıkarak öğrencilerin bu kavramlarla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek ve bu kavram yanlışlarının kaynaklarını ontoloji temelinde belirlemektir. Tablo 4.59 KHKKT'nin yirmidördüncü sorusunun ön testi ve son testinde kontrol ve deney grubu öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarını göstermektedir. Bu kavram yanlışlarının oluşum sebebinin hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığını ise Şekil 4.50 ve Şekil 4.51'de yer alan gösterimler ortaya çıkarmaktadır.

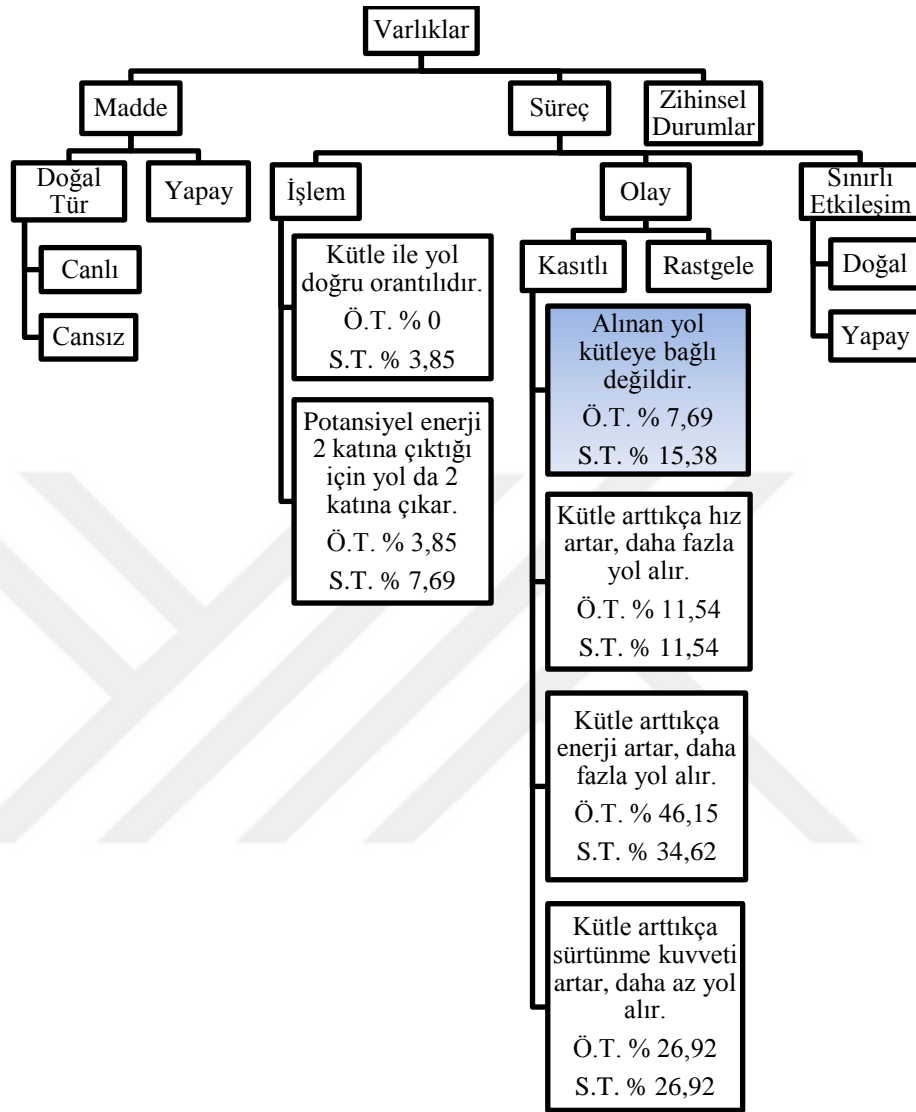
**Tablo 4.59. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmidördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanılgısı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
Kütle arttığı için sürtünme kuvveti artacak ve alacağı yol azalacaktır.	7	7	26,92	26,92	4	4	15,38	15,38
Kütle arttığı için enerji de artacaktır ve daha fazla yol alacaktır.	12	9	46,15	34,62	6	3	23,08	11,54
Kütle arttığı için kayakçı daha hızlı inecektir ve daha fazla yol alacaktır.	3	3	11,54	11,54	7	3	26,92	11,54
Potansiyel enerji 2 katına çıktığı için alınan yol da 2 katına çıkar.	1	2	3,85	7,69	2	2	7,69	7,69
Kütleyle alınan yol doğru orantılıdır. Kütle iki katına çıkarsa, alınan yol da iki katına çıkar.	0	1	0	3,85	5	2	19,23	7,69
Ağır olduğu için B'ye varmadan durur.	0	0	0	0	1	0	3,85	0

Tablo 4.59 incelendiğinde, KHKKT'nin yimidördüncü sorusu ile ilgili kontrol grubu öğrencilerinde ön testte en fazla oranda rastlanan kavram yanlışlığı %46,15 ile "Kütle arttığı için enerji de artacaktır ve daha fazla yol alacaktır." ifadesidir. Son testte kontrol grubunda bu ifade yine en fazla oranda saptanan kavram yanlışlığı olmuştur ve yanlışlığın oranının %34,62'ye düştüğü gözlenmiştir. Belli bir düşüş yaşanmasına rağmen öğretimden sonra kontrol grubunda saptanan bu kavram yanlışlığının hala yüksek bir oranda olduğu belirtilebilir. Kontrol grubunda en çok rastlanan ikinci kavram yanlışlığı ise "Kütle arttığı için sürtünme kuvveti artacak ve alacağı yol azalacaktır." ifadesidir. Bu sıralama son testte de değişmemiştir. Son testte de ikinci sırada gözlenen

bu kavram yanılığının oranı da değişmeyerek %26,92'de sabit kalmıştır. Kontrol grubu için ön ve son testte üçüncü sırada yer alan kavram yanılığı "Kütle arttığı için kayakçı daha hızlı inecektir ve daha fazla yol alacaktır."dır. Bu kavram yanılığına sahip kontrol grubu öğrencileri ön testte %11,54, son testte de değişmeyerek yine %11,54 oranındadır. "Potansiyel enerji 2 katına çıktığı için alınan yol da 2 katına çıkar" kavram yanılığı kontrol grubunda ön testte ve son testte dördüncü sırada görülmektedir. Bu kavram yanılığına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu oranın %7,69'a çıktığı görülmüştür. "Kütleyle alınan yol doğru orantılıdır. Kütle iki katına çıkarsa, alınan yol da iki katına çıkar." kavram yanılığına ön testte kontrol grubunda hiç rastlanmazken, son testte %3,85 oranında saptanmıştır. Ne ön testte ne de son testte hiçbir kontrol grubu öğrencisi "Ağır olduğu için B'ye varmadan durur" kavram yanılığına sahip değildir.

Deney grubunda ön testte en fazla rastlanan kavram yanılığı ise %26,92 oran ile "Kütle arttığı için kayakçı daha hızlı inecektir ve daha fazla yol alacaktır." ifadesi olmuştur. Bu yanılığın oranı son testte %11,54'e düşmüştür. Deney grubunda ikinci sırada belirlenen kavram yanılığı, "Kütle arttığı için enerji de artacaktır ve daha fazla yol alacaktır." ifadesi olmuştur. Bu yanılığın oranı ön testte %23,08 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür. Ön testte üçüncü sırada belirlenen kavram yanılığı, %19,23'lük oranla "Kütleyle alınan yol doğru orantılıdır. Kütle iki katına çıkarsa, alınan yol da iki katına çıkar." ifadesi olmuştur. Bu yanılığın son testte büyük oranda giderilerek, %7,69 seviyesine düşmüştür. Ön testte dördüncü sırada, son testte ise birinci sırada belirlenen kavram yanılığı, "Kütle arttığı için sürtünme kuvveti artacak ve alacağı yol azalacaktır." şeklindedir. Bu yanılığın oranı ön testte ve son testte değişmeyerek, %15,38 olarak bulunmuştur. Potansiyel enerji ile alınan yol arasında doğru orantı kurulan, "Potansiyel enerji 2 katına çıktığı için alınan yol da 2 katına çıkar." ifadesinin oranı ön testte ve son testte %7,69 olarak bulunmuştur. Bu soru için belirlenen son kavram yanılığı ise, bir deney grubu öğrencisinin (%3,85) kendi ifadesiyle belirttiği "Ağır olduğu için B'ye varmadan durur." yanılığıdır. Bu yanılığın son testte ortadan kalkmıştır.



**Şekil 4.50. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmidördüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.50 incelendiğinde, Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yirmidördüncü sorusunda, cisimlerin konumlarından dolayı sahip oldukları enerjinin, hareketlinin aldığı yolu nasıl etkilediğini, enerji değişimi kavramı ile doğru şekilde açıklayabilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrenciler, cismin kütesinin, hareket boyunca alınan mesafede etkisi olmadığını belirterek, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru şekilde yerleştirmişlerdir. Bu şekilde kavramı doğru açıklayan öğrencilerin oranı ön testte %7,69 ve son testte %15,38

olarak belirlenmiştir. Geleneksel yaklaşıma göre yapılan etkinlikler, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini arttırmada az da olsa katkı sağlamıştır.

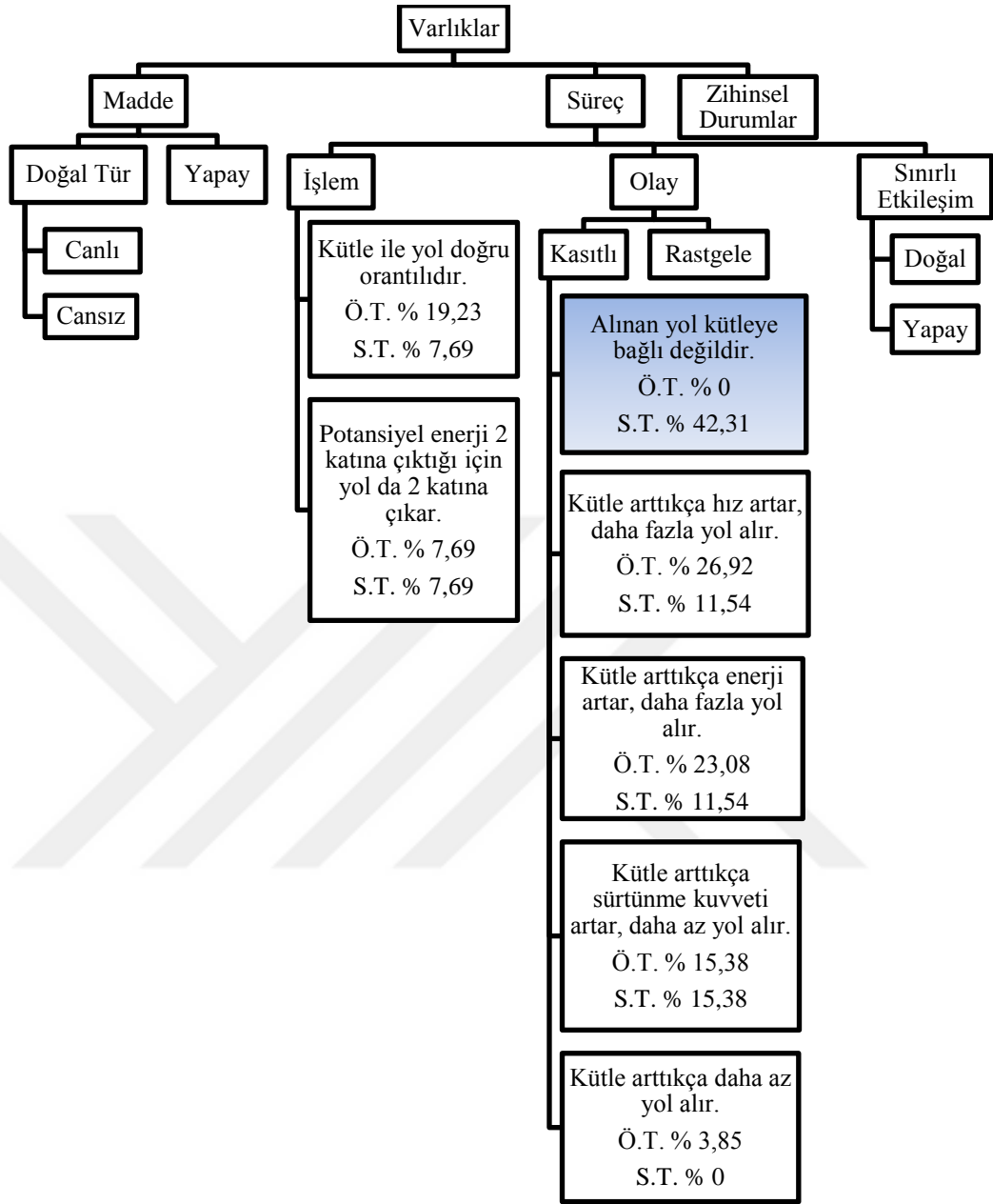
Bu soruda, hareket eden cisimlerin aldıkları yolun, hangi değişkenlerden nasıl etkilendiği ile ilgili belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde iki farklı kaynağına rastlanmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde oluşturulan üç farklı yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır. Diğeri ise, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulan iki farklı kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır.

Şekil 4.50'ye göre, kontrol grubu öğrencilerinin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanlışlığı, kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan, kütle arttıkça enerji artacağından, cismin alacağı yolun da artacağı görüşüdür. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı ön testte %46,15 iken, son testte bu oran %34,62'ye düşmüştür. Diğer kavram yanlışlıklarına kıyasla, en fazla oranda giderilen kavram yanlışlığı bu olmuştur. Kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen bir diğer kavram yanlışlığında ise öğrenciler, kütle ile sürtünme kuvveti arasında bağlantı kurmuş ve kütle arttıkça, sürtünme kuvvetinin de artacağını belirtmişlerdir. Dolayısıyla artan sürtünme kuvveti, cismin daha az yol almasına sebep olur sonucuna varmışlardır. Cismin kütlesi arttığında daha az mesafede duracağını belirten ve bunu sürtünme kuvvetinin artışı ile açıklayan öğrencilerin oranı ön testte ve son testte %26,92 olarak belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlığının giderilmesinde başarı sağlanamamıştır. Kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen son kavram yanlışlığı ise, kütle arttıkça hız artar ve hızın artmasıyla alınan yol da artar ifadesidir. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin oranı ön testte %11,54 iken, son testte değişmeyerek %11,54 olarak kalmıştır. Kontrol grubunda yürütülen çalışmaların, bu kavram yanlışlığını gidermede etkili olmadığı görülmüştür.

Bu soruda belirlenen son durum ise, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulan iki farklı yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır. Bu yanal kategorilerden ilkinde öğrenciler, potansiyel enerji ile alınan yol arasında matematiksel bir ilişki kurmuşlardır. Bu şekilde düşünen öğrenciler, potansiyel enerji iki katına çıktığına göre, alınan yolun da iki katına çıkacağı sonucuna varmışlardır. Bu yanlışlığın oranı kontrol grubu için ön



testte %3,85 ve son testte %7,69 olarak bulunmuştur. İşlem kategorisi içerisinde belirlenen diğer yanal kategoride ise öğrenciler, cismin kütlesi ile alınan yol arasında matematiksel olarak doğru orantı kurmuşlardır. Dolayısıyla bu öğrenciler, kütlenin iki katına çıkması durumunda, alınan yolun da iki katına çıkacağı sonucuna ulaşmışlardır. Bu kavram yanılığına sahip öğrenci ön testte bulunmazken, son testte bu yanılığın oranı %3,85 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunda, ön testte belirlenen kavram yanılığlarının sadece birinde son testte azalma gözlenirken, diğer kavram yanılığlarının oranlarının son testte sabit kaldığı veya arttığı gözlenmiştir. Dolayısıyla bu soru için, geleneksel öğretim yönteminin, kavramsal değişimin gerçekleşmesi açısından yetersiz kaldığı yorumu yapılmıştır.



**Şekil 4.51. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmidördüncü Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Şekil 4.51 incelendiğinde, KHKKT'nin yirmidördüncü sorusunda, cisimlerin konumlarından dolayı sahip oldukları enerjinin, hareketlinin aldığı yolu nasıl etkilediğini, enerji dönüşümü kavramı ile doğru şekilde açıklayabilen öğrenciler olduğu görülmektedir. Bu öğrenciler, cismin kütesinin, hareket boyunca alınan mesafede etkisi olmadığını belirterek, kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine doğru şekilde yerleştirmişlerdir. Ön testte kavramı doğru şekilde kategorilendiren öğrenci bulunmazken, son testte büyük bir artışla, kavramı doğru

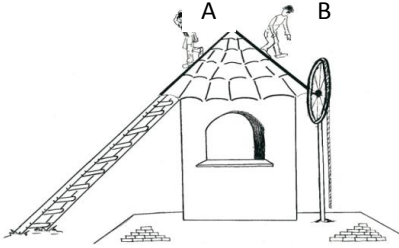
kategoriye yerleştirenlerin oranı %42,31'e ulaşmıştır. Kavramsal değişimin deney grubunda bu denli yüksek oranda yaşanmasında, bu soruda belirlenen kavram yanlışlarını giderebilmek için özel olarak hazırlanan animasyonların etkisi büyüktür.

Bu soruda, hareket eden cisimlerin aldıkları yolun, hangi değişkenlerden nasıl etkilendiği ile ilgili belirlenen kavram yanlışlarının ontoloji temelinde iki farklı kaynağına ulaşılmıştır. Bunlardan ilki, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde oluşturulan dört farklı yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır. Diğeri ise, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulan iki farklı kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır.

Şekil 4.51'e göre, deney grubu öğrencilerinin en fazla oranda sahip oldukları kavram yanlışlığı, kasıtlı olay kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan, "kütle arttıkça hız artar ve hızın artmasıyla alınan yol da artar" ifadesidir. Bu düşüncedeki öğrenciler, artan kütle ile beraber, cismin hızının da artacağını, dolayısıyla alacağı mesafenin de artacağını düşünmektedirler. Kavramı bu şekilde süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan kasıtlı olay kategorisine yanal olarak yerleştirenlerin oranı ön testte %26,92 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür. Bu kavram yanlışlığının son testte büyük oranda giderildiği görülmektedir. Kasıtlı olay kategorisi içerisine yerleştirilen ikinci kavram yanlışlığı ise, kütle arttıkça enerji artacağından, cismin alacağı yolun da artacağı görüşüdür. Bu kavram yanlışlığına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %23,08 iken, son testte bu oran %11,54'e düşmüştür. Kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen üçüncü kavram yanlışlığında ise öğrenciler, kütle ile sürtünme kuvveti arasında bağlantı kurmuş ve kütle arttıkça, sürtünme kuvvetinin de artacağını, dolayısıyla cismin daha az yol alacağını belirtmişlerdir. Cismin kütlesi arttığında daha az mesafede duracağını belirten ve bunu sürtünme kuvvetinin artışı ile açıklayan öğrencilerin oranı ön testte ve son testte %15,38 olarak belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlığının giderilmesinde başarı sağlanamamıştır. Kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen son kavram yanlışlığı ise, bir öğrencinin (%3,85) kendi ifadesiyle belirttiği, kütle arttıkça, alınan yolun azalacağı görüşüdür. Bu yanlışlık son testte ortadan kalkmıştır.

Bu soruda belirlenen son durum ise, kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulan iki farklı yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarıdır. Kütle ile yolun doğru orantılı olarak değiştiği çıkarımı bu kategori içerisinde öğrencilerin en çok yanlışya düştükleri kavram olmuştur. Kütle ile alınan yol arasında matematiksel bir ilişki kuran ve bunların doğru orantılı olarak değiştiğini savunan öğrencilerin oranı ön testte %19,23 ve son testte %7,69 olarak bulunmuştur. İşlem kategorisi içerisinde oluşturulan ikinci yanal kategoride ise öğrenciler, potansiyel enerji ile alınan yol arasında matematiksel bir ilişki kurmuşlardır. Kütle iki katına çıkmasıyla, potansiyel enerjinin de iki katına çıkacağını, buna bağlı olarak alınan yolun da iki katına çıkacağını belirten öğrencilerin oranı ön testte %7,69 ve son testte değişmeyerek %7,69 olarak bulunmuştur. Yapılan öğretim sonucunda bu kavram yanlışlarının oranında bir değişim gözlenmemiştir.

### 4.3.25. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testinin Yirmibeşinci Sorusuna Ait Analizler



25. 1. Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi bir çatıyı onarmak için iki usta çalışmaktadır. Bu iki usta görevleri paylaşmışlardır ve aynı sayıda kiremit kullanacaklardır. Ustalardan biri kiremitleri makara benzeri sistem kullanarak, diğeri ise merdiven kullanarak yukarıya çıkarmışlardır. Buna göre iki ustanın yaptıkları işler hakkında aşağıdakilerden hangileri söylenebilir? (Sürtünme ihmal edilecektir.)

- A. A ustası daha çok iş yapmıştır.
- B. B ustası daha çok iş yapmıştır.
- C. A ustası iş yapmıştır, fakat B ustası iş yapmamıştır.
- D. A ve B ustalarının yaptıkları işler birbirlerine eşittir.\*
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

25. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. A ustası daha fazla yol aldığı için daha çok iş yapmıştır. (Süreç→İşlem)
- B. A ustası daha çok kuvvet uyguladığı için daha fazla iş yapmıştır.  
(Süreç → İşlem)
- C. A ustası daha fazla enerji harcadığı için daha fazla iş yapmıştır.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- D. Sabit makarada kuvvetten kazanç olduğu için, B ustası daha fazla iş yapmıştır.  
(Süreç → Olay → Kasıtlı)
- E. A ve B ustalarının uyguladıkları kuvvetler ve tuğlalara düşeyde aldıkları yollar birbirine eşit olduğundan yaptıkları işler de birbirine eşittir.  
(Süreç → İşlem)\*
- F. B ustası bir basit makineden yardım aldığı için iş yapmış sayılmaz, fakat A ustası kiremitleri kendisi çıkardığı için iş yapmıştır. (Süreç → Olay → Kasıtlı)
- G. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

KHKKT'nin yirmibeş numaralı sorusunda sabit makara ve merdiven kullanılarak eşit sayıda kiremiti çatıya çıkarma görevinde yapılan işlerin kıyaslanması istenmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ve bu cevaplara gösterdikleri gerekçelere göre, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu soruda eşit sayıda kiremitin, biri sabit makara, diğeri de merdiven kullanan iki kişi tarafından çatıya çıkartıldığı belirtilmekte ve yaptıkları iş konusunda ne söylenebileceği sorulmaktadır. Sabit makara kullanımında kuvvet, yol veya işten herhangi bir kazanç sağlanmaz, sadece iş yapma kolaylığı elde edilir. Bu durumda kiremitleri çatıya sabit makarayla çıkaran kişi kiremitlerin ağırlığı kadar kuvvet uygular ve kiremitlere çatının yüksekliği kadar düşeyde yol aldırır. Kiremitleri çatıya merdivenle çıkaran kişi değerlendirildiğinde, kiremitleri yukarı çıkarmak için uygulanan kuvvet yine kiremitlerin ağırlığı kadardır. Aynı yüksekliğe çıkarıldıklarından düşeyde alınan yol da eşittir. Bu sorunun ilk bölümünde "D" seçeneğinin ve ikinci bölümünde "E" seçeneğinin işaretlenerek, iki kişinin de kiremitlere eşit kuvvet uygulamasından ve düşeyde alınan yolların eşit olmasından, yapılan işlerin de eşit olduğunun belirtilmesi sorunun doğru cevabıdır. İş konusu ile ilgili geliştirilen "uygulanan kuvvet ve alınan yol birbirine eşit ve aynı doğrultuda ise eşit iş yapılır" kavramı süreç kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine doğru yerleştirildiğini göstermektedir.

Bu soruda süreç kategorisinin alt kategorileri olan işlem kategorisine yanal yerleştirmeden kaynaklanan ve kasıtlı olay kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılgılarını belirlemek amaçlanmıştır.

Sorunun birinci bölümünde "A" seçeneğini işaretleyen öğrenciler merdiven kullanan ustanın daha fazla iş yapmış olduğunu belirtmektedirler. Bu durumun farklı gerekçelerle açıklanması mümkündür. Örneğin sorunun ikinci bölümünde "A" seçeneğini seçen öğrenciler, merdiven kullanan ustanın eğik düzlemde daha fazla yol aldığı için daha fazla iş yapmış olduğunu belirtmektedirler. İkinci bölümde "B" seçeneğini seçen öğrenciler, merdiven kullanan ustanın sabit makara kullanan ustaya göre daha fazla kuvvet uyguladığını, bu sebepten daha fazla iş yaptığını belirtmektedirler. Sorunun ikinci bölümünün "A" ve "B" seçeneklerinde olduğu gibi, bilimsel anlamdaki iş kavramını etkileyen diğer etmenleri göz önünde bulundurmaksızın, daha fazla yol alanın veya daha fazla kuvvet uygulayanın daha fazla iş yaptığının belirtilmesi, süreç

kategorisinin alt kategorisi olan işlem kategorisine yanlı yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarının varlığını göstermektedir.

Merdiven kullanan ustanın daha fazla iş yaptığını belirten öğrencilerin bir diğer açıklaması da, sorunun ikinci bölümünün "C" seçeneğinde yer alan, A ustasının B ustasına göre daha fazla enerji harcadığı ve daha fazla yorulduğudur. A ustasının daha fazla iş yapmasının sebebi olarak A ustasının daha çok yorulmasının gösterilmesi, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir.

Sorunun birinci bölümünde "B" ve ikinci bölümünde "D" seçeneğini seçen öğrenciler, sabit makara kullanan ustanın kuvvetten kazanç sağladığı ve bu sebepten diğer ustaya göre daha fazla iş yaptığı şeklinde kavram yanlışına sahiptirler. Kuvvetten kazanç sağlanan makara sabit makara değil, hareketli makaradır. Soruda sabit makara yerine hareketli makaradan bahsedilseydi kuvvetten kazanç olduğu, dolayısıyla daha az kuvvet uygulandığı söylenebilirdi. Daha az kuvvetin uygulanmasıyla da, yapılan iş daha az olurdu. Yani kuvvetten kazanç olsaydı da daha fazla iş yapılmış olduğu söylenemezdi. Soruda bahsedilen sabit makara kullanan usta kuvvetten kazanç sağlamamaktadır. Sabit makarada hareket ettirilen cismin ağırlığı kadar kuvvet uygulanır ama kuvvetin yönü değiştiğinden sabit makara iş yapma kolaylığı sağlar. Dolayısıyla sabit makara kullanan usta ve merdiven kullanan usta eşit kuvvet uygulamakta ve kiremitlere düşeyde eşit yol aldurmaktadırlar, yani eşit iş yapmaktadırlar. Sabit makarada kuvvet kazancı olduğunun ve bu sebeple daha fazla iş yapıldığının belirtilmesi, süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışının varlığını göstermektedir.

Sorunun birinci bölümünde "C" ve ikinci bölümünde "F" seçeneklerinin işaretlenerek, B ustasının basit makineden yardım aldığı için iş yapmadığının, merdivenleri çıkararak kiremitleri kendisi çıkardığı için sadece A ustasının iş yapmış olduğunun belirtilmesi, kavramın süreç kategorisinin alt kategorisi olan kasıtlı olay kategorisine yanlış yerleştirildiğini göstermektedir.

Öğrencilerin, bilimsel anlamdaki iş kavramı ile ilgili anlama seviyeleri Tablo 4.11'de verilen değerlendirme kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. Kontrol ve deney grubunun bu soru ile ilgili ön test ve son testteki anlama seviyeleri Tablo 4.60'da gösterilmektedir.

**Tablo 4.60. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmibeşinci Sorusunu Anlama Seviyeleri**

Anlama Seviyesi	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
<b>Tam Anlama</b>	1	3	3,85	11,54	3	7	11,54	26,92
<b>Kısmen Anlama</b>	0	1	0	3,85	1	0	3,85	0
<b>Kavram Yanılgısı</b>	24	22	92,31	84,62	21	18	80,77	69,23
<b>Anlamama</b>	1	0	3,85	0	1	1	3,85	3,85

Tablo 4.60 incelendiğinde, merdiven kullanılarak ve sabit makara kullanılarak yapılan işlerin karşılaştırılması ile ilgili kavramı tam ve doğru anlayan kontrol grubu öğrencilerinin oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu oran %11,54'e yükselmiştir. Deney grubunda ise kavramı tam ve doğru anlayan öğrencilerin oranı ön testte %11,54 iken, son testte bu oran %26,92'ye yükselmiştir. Sorunun her iki aşamasında da doğru cevap vererek kavramı tam ve doğru anladığını gösteren öğrenci oranında son testte deney grubunda kontrol grubuna göre daha fazla artış gözlenmiştir. Bu durum, animasyon destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre kavramsal anlama düzeyini daha fazla arttırdığını ortaya çıkarmaktadır. Kavramı kısmen anlayan kontrol grubu öğrencisi ön testte bulunmazken, son testte %3,85 oranında belirlenmiştir. Deney grubunda ise kavramı kısmen anlayan öğrenci oranı ön testte %3,85 iken, son testte kavramı kısmen anlayan öğrenciye rastlanmamıştır. Bu soru ile ilgili kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı kontrol grubu için ön testte %92,31 ve son testte %84,62 olarak belirlenmiştir. Kavram yanılgısına sahip kontrol grubu öğrencilerinin oranı son testte azalmasına rağmen, kavram yanılgılarının büyük çoğunluğunun uygulamadan sonra da düzeltilemediği görülmüştür. Deney grubunda kavram yanılgısına sahip öğrencilerin oranı ön testte %80,77 iken, son testte bu oran %69,23'e düşmüştür. Kavram yanılgısına sahip deney grubu öğrencilerinin oranı kontrol grubuna göre daha az olmasına rağmen, kavram yanılgılarının büyük çoğunluğunun yapılan öğretim sonucunda düzeltilemediği gözlenmiştir. Kontrol grubunda ön testte %3,85 oranında kavramı anlayamayan öğrenci bulunurken, son testte bu durum giderilmiştir. Deney grubunda ise ön testte ve son testte %3,85 oranında kavramı anlayamayan öğrenci tespit edilmiştir.



Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin yirmibeşinci sorusunun analizi sırasında yapılan diğer işlem, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesidir. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son testte sahip oldukları kavram yanlışları Tablo 4.61'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.61. Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Ön Test ve Son Testinin Yirmibeşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar İçerisinde Yer Alan Kavram Yanlışları**

Kavram Yanlışlığı	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	f		%		f		%	
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test
A ustası daha fazla yol aldığı için daha çok iş yapmıştır.	11	10	42,31	38,46	3	4	11,54	15,38
A ustası daha çok kuvvet uyguladığı için daha fazla iş yapmıştır.	2	4	7,69	15,38	4	4	15,38	15,38
A ustası daha fazla enerji harcadığı için daha fazla iş yapmıştır.	3	1	11,54	3,85	4	3	15,38	11,54
Sabit makarada kuvvetten kazanç olduğu için, B ustası daha fazla iş yapmıştır.	4	5	15,38	19,23	8	5	30,77	19,23
B ustası bir basit makineden yardım aldığı için iş yapmış sayılmaz, fakat A ustası tuğlaları kendisi çıkardığı için iş yapmıştır.	4	1	15,38	3,85	2	2	7,69	7,69
İkisi de iş yapar çünkü emek veriyorlar.	0	1	0	3,85	0	0	0	0

Tablo 4.61 incelendiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin ön testte ve son testte en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanlışlığının “A ustası daha fazla yol aldığı için daha çok iş yapmıştır.” ifadesi olduğu görülmektedir. Bu kavram yanlışlığının oranı kontrol grubu için ön testte %42,31 ve son testte %38,46 olarak, deney grubu için ise ön testte %11,54 ve son testte %15,38 olarak bulunmuştur. Bu yanlışlığa sahip olan öğrenciler, iki ustanın aldığı yolları karşılaştırarak, daha çok yol alanın daha çok iş yaptığı sonucuna ulaşmışlardır. Uygulanan kuvvetleri hesaba katamadıkları için bilimsel iş kavramını doğru tanımlayamadıkları anlaşılmaktadır. Bu kavram yanlışlığına sahip öğrenci oranının deney grubunda, kontrol grubuna göre oldukça düşük olduğu fark edilmektedir. Bunun yanında, yanlışlığın oranının kontrol grubunda düşmesi, deney grubunda ise yükselmesi dikkat çeken bir sonuç olmuştur.

Deney grubunda ön testte ve son testte en çok karşılaşılan kavram yanlışlığı ise, “Sabit makarada kuvvetten kazanç olduğu için, B ustası daha fazla iş yapmıştır.” ifadesidir. Bu yanlışlığa sahip öğrenciler hem sabit makarada kuvvetten kazanç olduğunu düşünmekte,

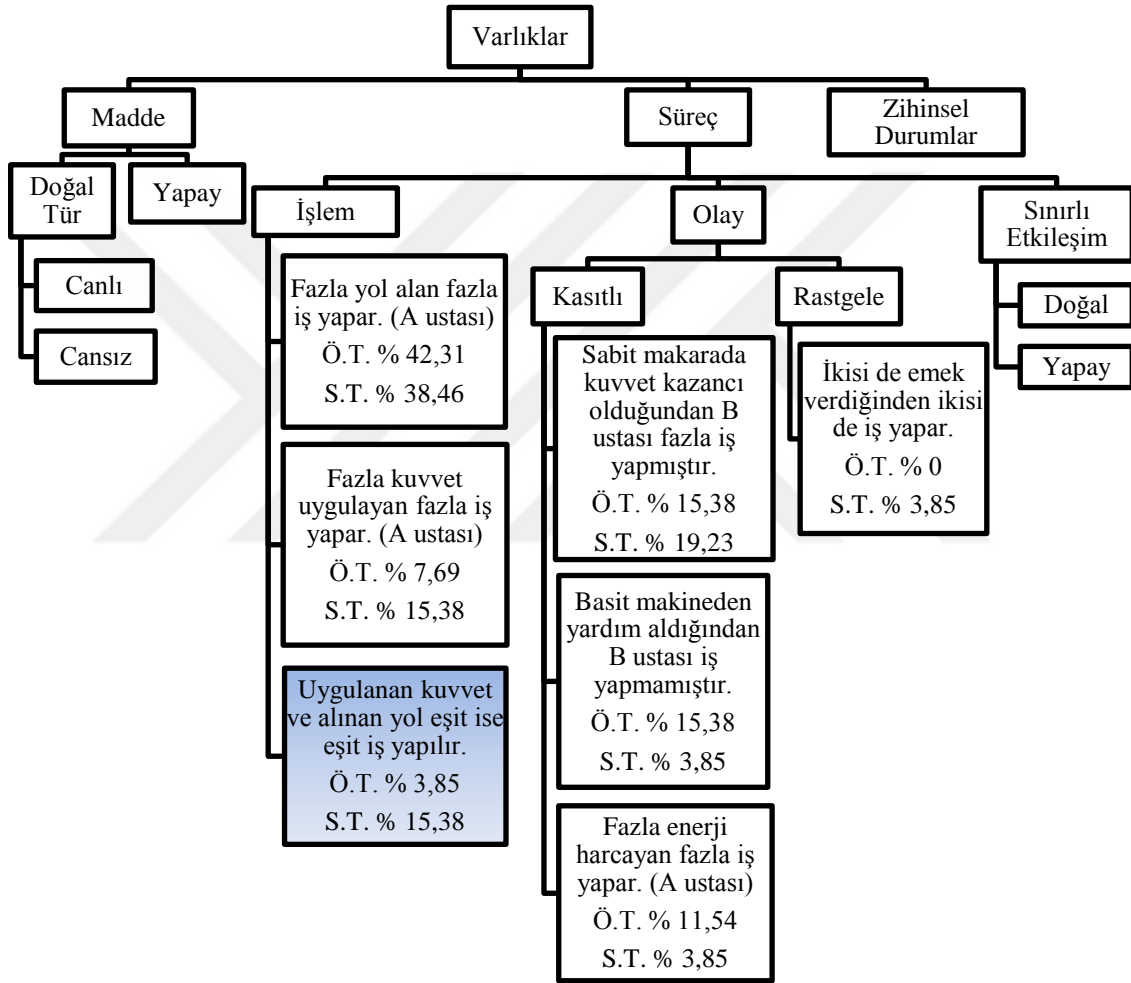
hem de kuvvetten kazanç olduğunda daha çok iş yapıldığını belirtmektedirler. Oysa ki hareketli makarada kuvvetten kazanç, yoldan kayıp varken, sabit makarada sadece iş yapma kolaylığı sağlanmaktadır. Yani yapılan iş, kullanılan basit makineye göre değişmemektedir. Basit makineler sadece iş yapma kolaylığı sağlamaktadırlar. Sabit makara kullanarak kuvvetten veya yoldan kazanç sağlanmazken, merdiven kullanarak yoldan kaybedilir, kuvvetten ise kazanç sağlanır. Bununla birlikte her iki durumda da yapılan iş aynıdır. Basit makine kullanımının iş ile ilişkisini doğru kuramayan öğrencilerin oranı kontrol grubu için ön testte %15,38 ve son testte %19,23 olarak, deney grubu için ise ön testte %30,77 ve son testte %19,23 olarak bulunmuştur.

Kontrol ve deney grubunun üçüncü sırada sahip oldukları kavram yanılığı ise, merdiven çıkanın daha fazla kuvvet uyguladığı için daha çok iş yaptığını belirtildiği, “A ustası daha çok kuvvet uyguladığı için daha fazla iş yapmıştır.” ifadesidir. Oysa ki sabit makara kullanan usta, merdiven kullanan ustaya göre daha büyük kuvvet uygulamaktadır. Buna rağmen, ipi aşağı doğru çektiğinden, iş yapması kolaylaşmıştır. Bu yanılığın oranı kontrol grubu için ön testte %7,69 ve son testte %15,38, deney grubu için ise ön testte ve son testte %15,38 olarak bulunmuştur. Yanılığın oranı kontrol grubunda son testte artmış, deney grubunda ise değişmeyerek sabit kalmıştır.

Bu soruda belirlenen dördüncü kavram yanılığı, “A ustası daha fazla enerji harcadığı için daha fazla iş yapmıştır.” ifadesidir. Merdiven çıkanın daha çok yorulduğu, daha çok enerji harcadığı için daha çok iş yapmış olduğunu belirtenlerin oranı kontrol grubunda ön testte %11,54 ve son testte %3,85, deney grubunda ise ön testte %15,38 ve son testte %11,54 olarak bulunmuştur. Her iki grupta da son testte bu yanılığın oranında düşüş yaşanmıştır.

Bu soruda belirlenen beşinci kavram yanılığı ise, “B ustası bir basit makineden yardım aldığı için iş yapmış sayılmaz, fakat A ustası tuğlaları kendisi çıkardığı için iş yapmıştır.” ifadesidir. Basit makine kullananların işi daha kolay yaptıkları için iş yapmış kabul edilemeyeceğini belirten öğrenciler kontrol grubunda ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %3,85’e düşmüştür. Deney grubunda ise bu yanılığın oranı ön testte ve son testte %7,69 olarak bulunmuştur. Yapılan öğretim sonucunda, kontrol grubunda sahip olunan, basit makine kullanılarak daha kolay gerçekleştirilen işin, iş olarak kabul edilmeyeceği yanılığı büyük oranda giderilmiştir.

Belirlenen son kavram yanılığı ise, kontrol grubundaki bir öğrencinin (%3,85) son testte kendi ifadesiyle belirttiği, “İkisi de emek verdiği için ikisi de iş yapar.” yanılığıdır. Bu yanılığında öğrenci, iki ustanın da iş yapmış olduğunu belirtmekte fakat bunu bilimsel olarak uygulanan kuvvet ve alınan yolla açıklamamaktadır. Sadece ikisi de uğraşmış, emek harcadığı için iş yapmış olarak kabul edildiklerini belirtmektedir. Bu yüzden hatalı bir ifadedir.



**Şekil 4.52. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmibeşinci Sorusundaki Kavram Yanılıklarının Ontolojik İncelemesi**

KHKKT'nin son sorusu olan yirmibeşinci sorusunda, öğrencilerden iki farklı basit makine olan sabit makara ve merdiven kullanılarak yapılan eşit sayıda kiremiti aynı yüksekliğe çıkarma görevinde yapılan işleri karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiş ve belirlenen kavram yanılıklarının ontoloji temelinde üç farklı kaynağına rastlanmıştır. Bunlar, süreç kategorisinin alt

kategorileri olan işlem, kasıtlı olay ve rastgele olay kategorilerine yanlış yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılgılarıdır. Öğrenciler, işlem kategorisi içerisinde iki farklı yanal kategori, kasıtlı olay kategorisi içerisinde üç farklı kategori ve rastgele olay kategorisi içerisinde de bir kategori oluşturmuşlardır.

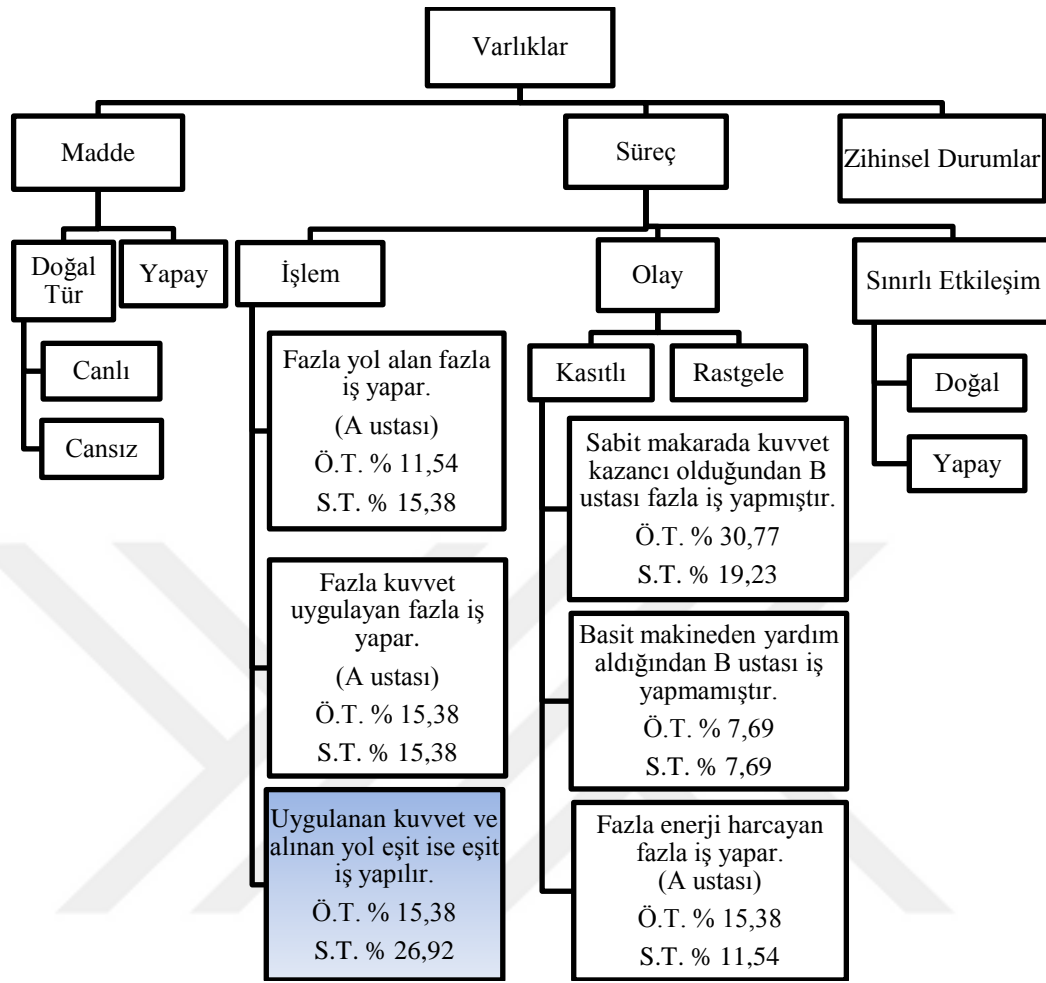
Bu sorunun doğru cevabı her iki kişi de eşit miktardaki yükü aynı yüksekliğe çıkardıkları için eşit iş yaptıklarıdır. Kullanılan sabit makara, merdiven gibi basit makineler sadece iş yapma kolaylığı sağlamışlar, yapılan işi değiştirmemişlerdir. Bilimsel iş kavramını doğru tanımlayarak, uygulanan kuvvetlerin ve alınan mesafenin eşit olduğunu belirterek, iki kişinin de eşit iş yaptığını söyleyen öğrencilerin oranı ön testte %3,85 iken, son testte bu oran %15,38'e çıkmıştır. Bu şekilde yapılan iş kavramını, uygulanan kuvvet ve alınan yol ile olan ilişkisini doğru tanımlayabilen öğrenciler kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan işlem kategorisi içerisine doğru şekilde yerleştirmişlerdir.

Kontrol grubunda ön testte ve son testte öğrencilerin en çok “Fazla yol alan A ustası fazla iş yapar.” yanılgısında yoğunlaştıkları görülmektedir. Süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan işlem kategorisi içerisinde oluşturulan yanal kategorilerden birine yerleştirmekten kaynaklanan bu kavram yanılgısının yüzdesi ön testte %42,31 ve son testte %38,46 olarak bulunmuştur. Son testte yanılgının oranının bir miktar azalmasına rağmen, yine de yapılan öğretime rağmen son testte yüksek bir değerde kaldığı görülmektedir. Daha fazla yol aldığı için merdiven kullanan kişinin daha çok iş yapmış olduğunun düşünülmesi kontrol grubunda en çok rastlanan kavram yanılgısı olmuştur. Daha fazla yol alınması, daha fazla iş yapılmasıyla eşleştirildiği için bu kavram yanılgısının işlem kategorisi içerisinde değerlendirildiği anlaşılmaktadır.

İşlem kategorisi içerisinde oluşturulan bir diğer yanal kategoride ise “Fazla kuvvet uygulayan A ustası fazla iş yapar.” kavram yanılgısı yer almaktadır. Bu yanılgının oranının son testte azalmadığı, aksine arttığı gözlenmiştir. Ön testte %7,69 olan yanılgının oranının, son testte %15,38'e çıktığı görülmüştür. Öğrenciler, merdiven çıkan kişinin daha fazla kuvvet uygulayarak, daha çok yorulduğu ve bu sebeple daha çok iş yapmış olduğu yönündeki kavram karmaşaları, öğretim sonrasında da artarak devam etmiştir.

Süreç kategorisinin alt kategorilerinden bir diğeri olan kasıtlı olay kategorisi içerisinde ise üç farklı yanıl kategori oluşturulmuştur. Bu kategorilerden ilkinde, “Sabit makarada kuvvet kazancı olduğundan B ustası fazla iş yapmıştır” ifadesi yer almaktadır. Fazla iş yapma durumu, sabit makara kullanma olayıyla açıklandığı için, burada kavram kasıtlı olay kategorisine yerleştirilmiştir. Bu yanılıya sahip olanların oranı ön testte %15,38 ve son testte %19,23 olarak bulunmuştur. Son testte bu yanılığın oranında artış gerçekleşmiştir. Kasıtlı olay kategorisi içerisinde yerleştirilen bir diğeri kavram yanılığı ise “Basit makineden yardım aldığından B ustası iş yapmamıştır.” ifadesidir. Burada yine iş kavramı, basit makine kullanıp kullanmama olayıyla açıklanmaya çalışıldığından, kavramın kasıtlı olay kategorisine yerleştirildiği anlaşılmaktadır. Bu yanılığın oranı ise, ön testte %15,38 ve son testte %3,85 olarak bulunmuştur. Kasıtlı olay kategorisi içerisinde yerleştirilen son kavram yanılığı ise, “Fazla enerji harcayan A ustası fazla iş yapmıştır.” ifadesidir. Bu yanılığında da öğrenciler, benzer şekilde iş yapma kavramını fazla enerji harcama ve yorulma gibi ifadelerle açıklamaya çalışmışlardır. Kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen bu yanılığın oranı ise ön testte %11,54 ve son testte %3,85 olarak bulunmuştur. Yapılan öğretim sonucunda, öğrencilerin bilimsel anlamdaki iş kavramını, enerji harcama, yorulma gibi ifadelerle açıklama eğiliminden büyük oranda uzaklaştıkları görülmüştür.

Bu soruda belirlenen son kavram yanılığı ise, son testte bir öğrencinin (%3,85) kendi ifadesiyle belirttiği “İkisi de emek verdiği için, ikisi de iş yapar.” ifadesidir. Bu gerekçe, iş kavramının bilimsel açıklamasından oldukça uzaktır. Bu öğrencinin bilimsel anlamdaki iş kavramıyla, günlük hayatta kullanılan iş kavramını birbirinden doğru şekilde ayıramadığı görülmektedir. İş kavramı bilimsel olarak açıklanmadığı, günlük hayatta kullanıldığı gibi sadece emek harcamakla açıklandığı için bu kavram yanılığının süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yerleştirildiği anlaşılmaktadır.



**Şekil 4.53. Deney Grubundaki Öğrencilerin Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi Yirmibeşinci Sorusundaki Kavram Yanılgılarının Ontolojik İncelemesi**

Bu soruda öğrencilerden, sabit makara ve merdiven kullanılarak yapılan, kiremitleri çatıya çıkarma görevi ile ilgili yapılan işleri karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ontoloji temelinde incelenmiş ve belirlenen kavram yanılgılarının ontoloji temelinde iki farklı kaynağına rastlanmıştır. Bu kavram yanılgıları, süreç kategorisinin alt kategorileri olan işlem veya kasıtlı olay kategorilerine yanlış yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Öğrenciler, zihinlerinde oluşturdukları iş kavramını, işlem kategorisi içerisinde oluşturdukları üç farklı kategoriden birine veya kasıtlı olay kategorisinde oluşturdukları iki farklı kategoriden birine yanlış yerleştirerek kavram yanılgısı oluşturmuşlardır.

Bu sorunun doğru cevabı her iki kişi de eşit miktardaki yükü aynı yüksekliğe çıkardıkları için eşit iş yaptıklarıdır. Kullanılan sabit makara, merdiven gibi basit makineler sadece iş yapma kolaylığı sağlamışlar, yapılan işi değiştirmemişlerdir.

Bilimsel iş kavramını doğru tanımlayarak, uygulanan kuvvetlerin ve alınan mesafenin eşit olduğunu belirterek, iki kişinin de eşit iş yaptığını söyleyen deney grubu öğrencilerinin oranı ön testte %15,38 iken, son testte bu oran %26,92'ye yükselmiştir. Deney grubunda yapılan çalışmalar, öğrencilerin kavramsal gelişim sürecini olumlu etkilemiştir. Yapılan iş kavramının, uygulanan kuvvet ve alınan yol ile olan ilişkisini doğru tanımlayabilen öğrenciler kavramı süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan işlem kategorisi içerisine doğru şekilde yerleştirmişlerdir.

Deney grubunda belirlenen, işlem kategorisine yanal yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarından bir tanesi olan “Fazla yol alan A ustası fazla iş yapar.” ifadesinin oranı ön testte %11,54 ve son testte %15,38 olarak belirlenmiştir. İşlem kategorisi içerisinde yanal olarak yerleştirilen bir diğer kavram yanılığı ise, “Fazla kuvvet uygulayan A ustası fazla iş yapar.” ifadesidir. Bu yanılığın oranı ön testte ve son testte %15,38 olarak belirlenmiştir.

Deney grubu öğrencilerinin bu soruda en fazla oranda yoğunlaştıkları kavram yanılığının ise, süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan kasıtlı olay kategorisine yerleştirdikleri, “Sabit makarada kuvvet kazancı olduğundan B ustası fazla iş yapmıştır” ifadesidir. Fazla iş yapılması, sabit makara kullanma olayıyla açıklandığı için, burada kavram kasıtlı olay kategorisine yerleştirilmiştir. Bu yanılığa sahip olanların oranı ön testte %30,77 ve son testte %19,23 olarak bulunmuştur. Son testte bu yanılığın büyük oranda giderilebilmesine rağmen, yine de tamamen giderilemediği görülmektedir. Kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen ikinci kavram yanılığı ise "Fazla enerji harcayan A ustası daha çok iş yapmıştır" görüşüdür. Bu yanılığın oranı deney grubunda ön testte %15,38 ve son testte %11,54 olarak bulunmuştur. Bu yanılığa sahip öğrenciler bilimsel anlamdaki iş kavramı ile günlük hayatta kullanılan iş kavramını birbirine karıştırmışlar ve iş kavramını enerji harcama, yorulma gibi ifadelerle açıklamaya çalışmışlardır. Kasıtlı olay kategorisi içerisine yerleştirilen son kavram yanılığı ise “Basit makineden yardım aldığından B ustası iş yapmamıştır.” ifadesidir. Burada iş kavramı yine, basit makine kullanıp kullanmama olayıyla açıklanmaya çalışıldığından, kavramın kasıtlı olay kategorisine yerleştirildiği anlaşılmaktadır. Bu yanılığın oranı ise, ön testte ve son testte %7,69 olarak bulunmuştur.

#### 4.4. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Üst ve Yanal Kategorilere Göre Dağılımı

Aşağıda görülmekte olan Tablo 4.62 kontrol grubu öğrencilerinin uygulamadan önce sahip oldukları kavram yanılgılarının kaçının üst veya yanal ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklandığını, sahip olunan bu üst veya yanal ontolojik kategoriye ait kavram yanılgılarının kaçının uygulama sırasında giderilebildiği ve eğer varsa uygulama sonrasında yeni oluşan kavram yanılgılarının sayısını özetlemektedir.

**Tablo 4.62. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Üst ve Yanal Ontolojik Kategorilere Göre Dağılımı**

	Başlangıçta Var Olan Kavram Yanılgısı Sayısı			Giderilen Kavram Yanılgısı Sayısı			Oluşan Yeni Kavram Yanılgısı Sayısı
	Üst Ontolojik Kategori	Yanal Ontolojik Kategori	Toplam	Üst Ontolojik Kategori	Yanal Ontolojik Kategori	Toplam	
Soru 1	23	0	23	2	0	2	0
Soru 2	0	25	25	0	1	1	1
Soru 3	20	0	20	0	0	0	2
Soru 4	11	12	23	1	2	3	0
Soru 5	4	18	22	3	4	7	3
Soru 6	10	9	19	4	1	5	1
Soru 7	12	7	19	1	4	5	0
Soru 8	9	11	20	0	4	4	4
Soru 9	10	10	20	1	3	4	0
Soru 10	6	12	18	1	2	3	0
Soru 11	11	13	24	6	0	6	3
Soru 12	0	16	16	0	5	5	0
Soru 13	1	11	12	0	2	2	2
Soru 14	14	1	15	5	1	6	8
Soru 15	0	11	11	0	0	0	2
Soru 16	3	14	17	3	1	4	0
Soru 17	24	0	24	5	0	5	2
Soru 18	22	0	22	6	0	6	0



	Başlangıçta Var Olan Kavram Yanılgısı Sayısı			Giderilen Kavram Yanılgısı Sayısı			Oluşan Yeni Kavram Yanılgısı Sayısı
	Üst Ontolojik Kategori	Yanal Ontolojik Kategori	Toplam	Üst Ontolojik Kategori	Yanal Ontolojik Kategori	Toplam	
Soru 19	21	0	21	5	0	5	1
Soru 20	5	10	15	1	0	1	1
Soru 21	25	0	25	7	0	7	0
Soru 22	0	25	25	0	4	4	0
Soru 23	16	1	17	6	0	6	5
Soru 24	1	22	23	0	3	3	2
Soru 25	11	13	24	5	1	6	4
<b>Toplam</b>	<b>259</b>	<b>241</b>	<b>500</b>	<b>62</b>	<b>38</b>	<b>100</b>	<b>41</b>

Tablo 4.62 incelendiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin, uygulamadan önce üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 259 kavram yanılgısına, yanal ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 241 kavram yanılgısına sahip oldukları görülmektedir. Kontrol grubunda yapılan uygulamadan sonra, üst kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 259 kavram yanılgısının 62'sinin (%23,94) giderildiği, yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 241 kavram yanılgısının 38'inin (%15,77) giderildiği belirlenmiştir. Üst ve yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılgılarının giderilme oranlarına bakıldığında, kontrol grubunda üst kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanılgılarının giderilme oranının daha fazla olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda sahip olunan toplam 500 kavram yanılgısının 100'ünün (%20) giderilebildiği, bunun yanında 400 kavram yanılgısının yapılan öğretim sonucunda hala devam ettiği belirlenmiştir. Ayrıca uygulamadan sonra, 41 yeni kavram yanılgısının oluştuğu belirlenmiştir.

Kontrol grubunda belirlenen kavram yanılgılarının ontolojik kategorilere göre dağılımı ve bunların ne kadarının giderildiği Tablo 4.63'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.63. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Belirlenen Kategorilere Göre Değişimi**

Soru	Kavram Yanılgısı	Belirlenen Kategoriler					
		Madde-Doğal Tür-Canlılar / Cansızlar Kategorisi	İşlem Kategorisi	Kasıtlı Olay Kategorisi	Rastgele Olay Kategorisi	Sınırlı Etkileşim Doğal Kategorisi	Sınırlı Etkileşim Yapay Kategorisi
<b>Soru 1</b>	Var Olan	-	-	20	3	-	-
	Giderilen	-	-	0	2	-	-
<b>Soru 2</b>	Var Olan	-	-	25	-	-	-
	Giderilen	-	-	1	-	-	-
<b>Soru 3</b>	Var Olan	19	-	-	1	-	-
	Giderilen	0	-	-	0	-	-
<b>Soru 4</b>	Var Olan	-	12	11	-	-	-
	Giderilen	-	2	1	-	-	-
<b>Soru 5</b>	Var Olan	-	18	4	-	-	-
	Giderilen	-	4	3	-	-	-
<b>Soru 6</b>	Var Olan	10	-	9	-	-	-
	Giderilen	4	-	1	-	-	-
<b>Soru 7</b>	Var Olan	7	7	1	-	4	-
	Giderilen	0	4	1	-	0	-
<b>Soru 8</b>	Var Olan	4	-	5	-	11	-
	Giderilen	0	-	0	-	4	-
<b>Soru 9</b>	Var Olan	-	7	10	3	-	-
	Giderilen	-	0	3	1	-	-
<b>Soru 10</b>	Var Olan	-	12	6	-	-	-
	Giderilen	-	2	1	-	-	-
<b>Soru 11</b>	Var Olan	11	13	-	-	-	-
	Giderilen	6	0	-	-	-	-
<b>Soru 12</b>	Var Olan	-	-	16	-	-	-
	Giderilen	-	-	5	-	-	-
<b>Soru 13</b>	Var Olan	1	-	11	-	-	-
	Giderilen	0	-	2	-	-	-

Soru	Kavram Yanılgısı	Belirlenen Kategoriler					
		Madde-Doğal Tür-Canlılar / Cansızlar Kategorisi	İşlem Kategorisi	Kasıtlı Olay Kategorisi	Rastgele Olay Kategorisi	Sınırlı Etkileşim Doğal Kategorisi	Sınırlı Etkileşim Yapay Kategorisi
Soru 14	Var Olan	-	11	1	3	-	-
	Giderilen	-	4	1	1	-	-
Soru 15	Var Olan	-	-	11	-	-	-
	Giderilen	-	-	0	-	-	-
Soru 16	Var Olan	3	-	14	-	-	-
	Giderilen	3	-	1	-	-	-
Soru 17	Var Olan	-	-	19	5	-	-
	Giderilen	-	-	5	0	-	-
Soru 18	Var Olan	-	-	-	16	6	-
	Giderilen	-	-	-	6	0	-
Soru 19	Var Olan	-	-	-	14	7	-
	Giderilen	-	-	-	3	2	-
Soru 20	Var Olan	-	-	10	1	4	-
	Giderilen	-	-	0	0	1	-
Soru 21	Var Olan	-	25	-	-	-	-
	Giderilen	-	7	-	-	-	-
Soru 22	Var Olan	-	-	25	-	-	-
	Giderilen	-	-	4	-	-	-
Soru 23	Var Olan	16	-	1	-	-	-
	Giderilen	6	-	0	-	-	-
Soru 24	Var Olan	-	1	22	-	-	-
	Giderilen	-	0	3	-	-	-
Soru 25	Var Olan	-	13	11	0	-	-
	Giderilen	-	1	5	0	-	-
Toplam	Var Olan	<b>71</b>	<b>119</b>	<b>232</b>	<b>46</b>	<b>32</b>	<b>0</b>
	Giderilen	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>37</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>0</b>
	Giderilen Yüzdesi	<b>%26,76</b>	<b>%20,17</b>	<b>%15,95</b>	<b>%28,26</b>	<b>%21,88</b>	<b>%0</b>

Tablo 4.63'te kontrol grubu öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının sorulara ve ontolojik kategorilere göre dağılımı ve bu yanlışların kaç tanesinin giderildiği görülmektedir. Öğrencilerin kavram yanlışları, "madde-doğal tür-canlılar/cansızlar", "işlem", "kasıtlı olay", "rastgele olay", "sınırlı etkileşim-doğal" ve "sınırlı etkileşim-yapay" olmak üzere altı farklı kategoriye yanlış yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Tabloya göre, öğrencilerin madde-doğal tür-canlılar/cansızlar kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan 71 kavram yanlışının bulunduğu ve yapılan çalışmalar sonucunda bunların 19'unun (%26,76) giderildiği görülmektedir. İşlem kategorisine yerleştirilen 119 kavram yanlışının 24'ü (%20,17) giderilmiştir. Kasıtlı olay kategorisine bakıldığında ise, bu kategoriye yerleştirilen 232 kavram yanlışısı olduğu ve bunların 37'sinin (%15,95) giderilebildiği görülmektedir. Rastgele olay kategorisine yerleştirilen 46 kavram yanlışının 13'ünün (%28,26) giderildiği belirlenmiştir. Sınırlı etkileşim-doğal kategorisine yerleştirilen 32 kavram yanlışının ise 7'sinin (%21,88) yapılan öğretim sonucunda giderilebildiği tespit edilmiştir. Sınırlı etkileşim-yapay kategorisinde ise hiç kavram yanlışına rastlanmamıştır.

Belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik kategorilere göre dağılımına bakıldığında, en fazla sayıda kavram yanlışının kasıtlı olay kategorisinde (232) toplandığı görülmektedir. İkinci sırada ise işlem kategorisinde (119) yanlışların olduğu görülmektedir. Üçüncü sırada yer alan ontolojik kategori madde (71) kategorisidir. Dördüncü sırada rastgele olay kategorisi (46) bulunmaktadır. En az kavram yanlışısı ise, sınırlı etkileşim-doğal kategorisi (32) içerisinde oluşmuştur.

Kavram yanlışlarının giderilme oranları karşılaştırıldığında, en fazla oranda giderilen kavram yanlışının rastgele olay kategorisinde (%28,26) bulunduğu görülmektedir. Daha sonra sırasıyla madde kategorisi (%26,76), sınırlı etkileşim doğal kategorisi (%21,88), işlem kategorisi (%20,17) ve kasıtlı olay kategorisi (%15,95) gelmektedir.

Kavramsal değişimin en fazla oranda gerçekleştiği kategori rastgele olay kategorisi olmuştur. Kontrol grubundaki öğrenciler bu kategorideki kavram yanlışlarını diğer kategoridekilere oranla daha kolay değiştirebilmişlerdir. Bu kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlarının çabuk fark edilen farklı özellikleri olduğundan, öğrenciler yanlışlığa sahip olduklarının farkına varıp düzeltme gereği duymuşlardır. Kavramsal değişimin ikinci sırada en fazla gerçekleştiği kategori madde kategorisi olmuştur.

Literatürde madde kategorisine yerleştirilen kavram yanlışlarının giderilmesinin daha güç olduğundan bahsedilmesine karşın, bu çalışmada öğrencilerin madde kategorisindeki kavram yanlışlarını düzeltmede fazla zorlanmadıkları görülmüştür. Madde kategorisine yerleştirilen kavram yanlışlarında, kuvvet ve hareketle ilgili kavramlara maddesel anlamlar yüklendiğinden, öğrenciler bu yanlışları daha kolay fark edip düzeltebilmişlerdir. Sınırlı etkileşim doğal ve işlem kategorisinden sonra kavramsal değişim en az oranda gerçekleştiği kategori kasıtlı olay kategorisi olmuştur. En fazla sayıda kavram yanlışının bu kategoride saptanmasına rağmen, en az orandaki kavramsal değişim yine bu kategoride gerçekleşmiştir. Buradan, kasıtlı olay kategorisine yerleştirilen kavram yanlışlarının büyük çoğunluğunun uygulamadan sonra da değişmeyerek devam ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.64'te deney grubu öğrencilerinin kavram yanlışlarının üst ve yanal kategorilere göre dağılımı görülmektedir.

#### **4.5. Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanlışlarının Üst ve Yanal Kategorilere Göre Dağılımı**

Aşağıda görülmekte olan Tablo 4.64 deney grubu öğrencilerinin uygulamadan önce sahip oldukları kavram yanlışlarının kaçının üst veya yanal ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklandığını, sahip olunan bu üst veya yanal ontolojik kategoriye ait kavram yanlışlarının kaçının uygulama sırasında giderilebildiği ve eğer varsa uygulama sonrasında yeni oluşan kavram yanlışlarının sayısını özetlemektedir.

**Tablo 4.64. Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Üst ve Yanal Ontolojik Kategorilere Göre Dağılımı**

	Başlangıçta Var Olan Kavram Yanılgısı Sayısı			Giderilen Kavram Yanılgısı Sayısı			Oluşan Yeni Kavram Yanılgısı Sayısı
	Üst Ontolojik Kategori	Yanal Ontolojik Kategori	Toplam	Üst Ontolojik Kategori	Yanal Ontolojik Kategori	Toplam	
Soru 1	23	0	23	13	0	13	1
Soru 2	0	23	23	0	10	10	0
Soru 3	24	0	24	11	0	11	1
Soru 4	12	11	23	8	0	8	2
Soru 5	6	12	18	0	7	7	1
Soru 6	12	7	19	4	0	4	2
Soru 7	7	10	17	1	6	7	1
Soru 8	10	7	17	2	4	6	0
Soru 9	11	4	15	3	1	4	0
Soru 10	4	13	17	0	5	5	1
Soru 11	5	17	22	0	2	2	2
Soru 12	0	14	14	0	3	3	0
Soru 13	5	9	14	1	1	2	0
Soru 14	20	1	21	11	1	12	0
Soru 15	0	20	20	0	0	0	1
Soru 16	3	16	19	2	2	4	0
Soru 17	23	0	23	9	0	9	0
Soru 18	17	0	17	9	0	9	2
Soru 19	21	0	21	9	0	9	0
Soru 20	6	10	16	3	2	5	2
Soru 21	18	0	18	7	0	7	0
Soru 22	0	21	21	0	3	3	0
Soru 23	12	5	17	2	0	2	2
Soru 24	7	18	25	3	8	11	0
Soru 25	14	7	21	4	0	4	1
<b>Toplam</b>	<b>260</b>	<b>225</b>	<b>485</b>	<b>102</b>	<b>55</b>	<b>157</b>	<b>19</b>

Tablo 4.64 incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin, uygulamadan önce üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 260 kavram yanlışlığına, yanal ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 225 kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmektedir. Deney grubunda yapılan uygulamadan sonra, üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 260 kavram yanlışlığının 102'sinin (%39,23) giderildiği, yanal ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan 225 kavram yanlışlığının 55'inin (%24,21) giderildiği belirlenmiştir. Kontrol ve deney gruplarının üst ve yanal kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlıklarının giderilme oranları karşılaştırıldığında, deney grubunda kontrol grubuna göre daha olumlu bir sonuç elde edilmiştir. Üst ve yanal ontolojik kategoriler kendi içerisinde incelendiğinde, deney grubunda üst ontolojik kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlıklarının daha fazla oranda giderildiği görülmektedir. Literatürde belirtilen kaynaklara göre, üst ontolojik kategoriye yerleştirilen kavramlar farklı özelliklere sahip olacağından bu yanlışlıkların değiştirilmesinin daha zor olacağından bahsedilmektedir. Fakat animasyon destekli öğretimin yapıldığı deney grubunda bu durumun tersi olmuştur. Yanal ontolojik kategoriye yerleştirilenlere oranla, üst ontolojik kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlıkları daha fazla oranda giderilmiştir. Bu durum şöyle açıklanabilir: Öğrenciler, kuvvet ve hareket konusunda olduğu gibi, soyut kavramları zihinlerinde farklı şekillerde yerleştirebilirler ve kavram yanlışlıkları oluşturabilirler. Bu gibi durumlarda, soyut kavramları somut hale getiren ve kavramın anlaşılmasını kolaylaştıran animasyonların kullanımı, üst kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlıklarının da düzeltilebilmesi açısından oldukça etkili olmaktadır. Deney grubunun öğretimi sırasında kullanılan animasyonlar kavram yanlışlıklarını giderebilmek için özel olarak hazırlandığından, bu gruptaki öğrenciler kavram yanlışlıklarının birçoğunun farkına varmış ve bunları düzeltme ihtiyacı hissetmişlerdir. Deney grubunda sahip olunan toplam 485 kavram yanlışlığının 157'si, yani %32,16'sının giderildiği belirlenmiştir. Bu oran kontrol grubunda bulunan oranlara kıyasla daha fazladır. Dolayısıyla deney grubunda yapılan öğretim, kontrol grubuna kıyasla kavram yanlışlıklarının giderilmesi bakımından daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında, animasyon destekli öğretim süreci sonunda yeni kavram yanlışlıklarının da oluşabildiği çıkan sonuçlar arasındadır. Yapılan çalışmalar sonrasında, öğrencilerin 19 yeni kavram yanlışlığı oluşturdukları görülmektedir. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin, yapılan öğretim sonucunda yeni

oluşturdukları kavram yanlışlarının sayıları karşılaştırıldığında, geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubunda 41 yeni kavram yanlışının olduğu, animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda ise 19 yeni kavram yanlışının olduğu görülmüştür. Bu durum, geleneksel öğretim yönteminin bazı öğrencilerin kavram karmaşalarını arttırdığı ve animasyon destekli öğretime göre daha fazla yeni kavram yanlışlarının oluşmasına neden olduğu şekilde yorumlanmıştır.

Deney grubunda belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik kategorilere göre dağılımı ve bunların ne kadarının giderildiği Tablo 4.65'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.65. Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanlışlarının Belirlenen Kategorilere Göre Değişimi**

Soru	Kavram Yanlışsı	Belirlenen Kategoriler					
		Madde-Doğal Tür-Canlılar / Cansızlar Kategorisi	İşlem Kategorisi	Kasıtlı Olay Kategorisi	Rastgele Olay Kategorisi	Sınırlı Etkileşim Doğal Kategorisi	Sınırlı Etkileşim Yapay Kategorisi
Soru 1	Var Olan	-	-	22	1	-	-
	Giderilen	-	-	13	0	-	-
Soru 2	Var Olan	-	-	23	-	-	-
	Giderilen	-	-	10	-	-	-
Soru 3	Var Olan	20	1	1	2	-	-
	Giderilen	9	1	1	0	-	-
Soru 4	Var Olan	-	11	12	-	-	-
	Giderilen	-	0	8	-	-	-
Soru 5	Var Olan	-	12	6	-	-	-
	Giderilen	-	7	0	-	-	-
Soru 6	Var Olan	12	-	7	-	-	-
	Giderilen	4	-	0	-	-	-
Soru 7	Var Olan	7	10	-	-	-	-
	Giderilen	1	6	-	-	-	-
Soru 8	Var Olan	5	-	5	-	7	-
	Giderilen	2	-	0	-	4	-



Soru	Kavram Yanılgısı	Belirlenen Kategoriler					
		Madde-Doğal Tür-Canlılar / Cansızlar Kategorisi	İşlem Kategorisi	Kasıtlı Olay Kategorisi	Rastgele Olay Kategorisi	Sınırlı Etkileşim Doğal Kategorisi	Sınırlı Etkileşim Yapay Kategorisi
Soru 9	Var Olan	-	8	4	3	-	-
	Giderilen	-	3	1	0	-	-
Soru 10	Var Olan	-	13	4	-	-	-
	Giderilen	-	5	0	-	-	-
Soru 11	Var Olan	5	17	-	-	-	-
	Giderilen	0	2	-	-	-	-
Soru 12	Var Olan	-	-	14	-	-	-
	Giderilen	-	-	3	-	-	-
Soru 13	Var Olan	5	-	9	-	-	-
	Giderilen	1	-	1	-	-	-
Soru 14	Var Olan	-	13	1	7	-	-
	Giderilen	-	5	1	6	-	-
Soru 15	Var Olan	-	-	20	-	-	-
	Giderilen	-	-	0	-	-	-
Soru 16	Var Olan	3	-	16	-	-	-
	Giderilen	2	-	2	-	-	-
Soru 17	Var Olan	-	-	19	4	-	-
	Giderilen	-	-	8	1	-	-
Soru 18	Var Olan	-	-	-	14	3	-
	Giderilen	-	-	-	8	1	-
Soru 19	Var Olan	-	-	-	9	12	-
	Giderilen	-	-	-	3	6	-
Soru 20	Var Olan	-	-	10	1	5	-
	Giderilen	-	-	2	0	3	-
Soru 21	Var Olan	-	18	-	-	-	-
	Giderilen	-	7	-	-	-	-

Soru	Kavram Yanılgısı	Belirlenen Kategoriler					
		Madde-Doğal Tür-Canlılar / Cansızlar Kategorisi	İşlem Kategorisi	Kasıtlı Olay Kategorisi	Rastgele Olay Kategorisi	Sınırlı Etkileşim Doğal Kategorisi	Sınırlı Etkileşim Yapay Kategorisi
Soru 22	Var Olan	-	-	21	-	-	-
	Giderilen	-	-	3	-	-	-
Soru 23	Var Olan	12	-	5	-	-	-
	Giderilen	2	-	0	-	-	-
Soru 24	Var Olan	-	7	18	-	-	-
	Giderilen	-	3	8	-	-	-
Soru 25	Var Olan	-	7	14	-	-	-
	Giderilen	-	0	4	-	-	-
Toplam	Var Olan	69	117	231	41	20	0
	Giderilen	21	39	65	18	14	0
	Giderilen Yüzdesi	%30,43	%33,33	%28,14	%43,90	%70	%0

Tablo 4.65'te deney grubu öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanılgılarının sorulara ve ontolojik kategorilere göre dağılımı ve bu yanılgıların kaç tanesinin giderildiği görülmektedir. Öğrencilerin kavram yanılgıları, "madde- doğal tür-canlılar/cansızlar", "işlem", "kasıtlı olay", "rastgele olay", "sınırlı etkileşim-doğal" ve "sınırlı etkileşim-yapay" olmak üzere altı farklı kategoriye yanlış yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. Tabloya göre, öğrencilerin madde-doğal tür-canlılar/cansızlar kategorisine yerleştirmekten kaynaklanan 69 kavram yanılgısının bulunduğu ve yapılan çalışmalar sonucunda bunların 21'inin (%30,43) giderildiği görülmektedir. İşlem kategorisine yerleştirilen 117 kavram yanılgısının 39'u (%33,33) giderilmiştir. Kasıtlı olay kategorisine bakıldığında ise, bu kategoriye yerleştirilen 231 kavram yanılgısı olduğu ve bunların 65'inin (%28,14) giderilebildiği görülmektedir. Rastgele olay kategorisine yerleştirilen 41 kavram yanılgısının 18'inin (%43,90) giderildiği belirlenmiştir. Sınırlı etkileşim-doğal kategorisine yerleştirilen 20 kavram yanılgısının ise 14'ünün (%70) yapılan öğretim sonucunda giderilebildiği tespit edilmiştir. Sınırlı etkileşim-yapay kategorisinde ise hiç kavram yanılgısına rastlanmamıştır. Kontrol ve deney grubundan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, deney grubunda kavram yanılgılarının

giderilme oranlarının bütün kategorilerde kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Deney grubunda kavram yanlışlarının giderilmesi konusunda kontrol grubuna göre daha başarılı bir sonuç elde edilmiştir.

Belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik kategorilere göre dağılımına bakıldığında, en fazla sayıda kavram yanlışının kasıtlı olay kategorisinde (231) yoğunlaştığı görülmektedir. İkinci sırada ise işlem kategorisinde (117) yanlışların olduğu görülmektedir. Üçüncü sırada yer alan ontolojik kategori madde (69) kategorisidir. Dördüncü sırada rastgele olay kategorisi (41) bulunmaktadır. En az kavram yanlışısı ise, sınırlı etkileşim-doğal kategorisi (20) içerisinde oluşmuştur. Kontrol grubunda olduğu gibi deney grubunda da belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik kategorilere yerleştirilme sıralaması kasıtlı olay, işlem, madde, rastgele olay ve sınırlı etkileşim-doğal şeklindedir.

Kavram yanlışlarının giderilme oranları karşılaştırıldığında, en fazla oranda kavram yanlışının giderilmesi sınırlı etkileşim doğal kategorisinde (%70) gerçekleşmiştir. Daha sonra sırasıyla; rastgele olay kategorisi (%43,90), işlem kategorisi (%33,33) madde kategorisi (%30,43) ve kasıtlı olay kategorisi (%28,14) gelmektedir.

Kavramsal değişimin en fazla oranda gerçekleştiği kategori sınırlı etkileşim kategorisi olmuştur. Deney grubundaki öğrenciler bu kategorideki kavram yanlışlarını diğer kategoridekilere oranla daha kolay değiştirebilmişlerdir. Bu kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlarının, kuvvet ve hareketle ilgili kavramlarla benzer özelliklere sahip olduğundan, öğrenciler bu yanlışlarını düzeltmekte fazla zorlanmamışlardır. Kavramsal değişimin ikinci sırada en fazla gerçekleştiği kategori rastgele olay kategorisi olmuştur. Daha sonra işlem ve madde kategorileri gelmektedir. İşlem ve madde kategorilerinden sonra kavramsal değişimin en az oranda gerçekleştiği kategori kasıtlı olay kategorisi olmuştur. En fazla sayıda kavram yanlışının bu kategoride saptanmasına rağmen, en az orandaki kavramsal değişim yine bu kategoride gerçekleşmiştir.

Deney grubundaki öğrenciler, izledikleri animasyonlar sayesinde, anlaşılması zor olan soyut kavramları zihinlerinde daha kolay yerleştirebilmişlerdir. Bu sayede, mevcut kavram yanlışlarının farkına daha kolay varabilmişler ve kavramsal değişim gerçekleşerek, kavramı olması gerektiği kategoriye yerleştirebilmişlerdir. Kontrol ve deney gruplarının sonuçları arasındaki farklılık bu şekilde yorumlanmıştır.

#### 4.6. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Giderilme Oranlarının Soru Bazında Karşılaştırılması

**Tablo 4.66. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Giderilme Oranlarının Soru Bazında Karşılaştırılması**

	Kontrol Grubu			Deney Grubu			
	Kavram Yanılgısı Sayısı	Giderilen Kavram Yanılgısı	KY Giderilme Oranı	Kavram Yanılgısı Sayısı	Giderilen Kavram Yanılgısı	KY Giderilme Oranı	Daha Başarılı Grup
Soru 1	23	2	% 8,70	23	13	% 56,52	Deney
Soru 2	25	1	% 0,04	23	10	% 43,48	Deney
Soru 3	20	0	% 0	24	11	% 45,83	Deney
Soru 4	23	3	% 13,94	23	8	% 34,78	Deney
Soru 5	22	7	% 31,82	18	7	% 38,89	Deney
Soru 6	19	5	% 26,32	19	4	% 21,05	Kontrol
Soru 7	19	5	% 25,31	17	7	% 41,18	Deney
Soru 8	20	4	% 20	17	6	% 35,29	Deney
Soru 9	20	4	% 20	15	4	% 26,67	Deney
Soru 10	18	3	% 16,66	17	5	% 29,41	Deney
Soru 11	24	6	% 25	22	2	% 9,09	Kontrol
Soru 12	16	5	% 31,25	14	3	% 21,42	Kontrol
Soru 13	12	2	% 16,66	14	2	% 14,29	Kontrol
Soru 14	15	6	% 40	21	12	% 57,14	Deney
Soru 15	11	0	% 0	20	0	% 0	Eşit
Soru 16	17	4	% 23,53	19	4	% 21,05	Kontrol
Soru 17	24	5	% 20,83	23	9	% 39,13	Deney
Soru 18	22	6	% 27,27	17	9	% 52,94	Deney
Soru 19	21	5	% 23,81	21	9	% 42,86	Deney
Soru 20	15	1	% 6,67	16	5	% 31,25	Deney
Soru 21	25	7	% 28	18	7	% 38,89	Deney
Soru 22	25	4	% 16	21	3	% 14,29	Kontrol
Soru 23	17	6	% 35,29	17	2	% 11,76	Kontrol
Soru 24	23	3	% 13,04	25	11	% 44	Deney
Soru 25	24	6	% 25	21	4	% 19,04	Kontrol
<b>Toplam</b>	<b>500</b>	<b>100</b>	<b>% 20</b>	<b>485</b>	<b>157</b>	<b>% 32,37</b>	<b>Deney</b>

Tablo 4.66'da sunulan veriler genel olarak incelendiğinde, kontrol grubunda ön testte belirlenen 500 adet kavram yanılgısının 100'ünün, yani %20'sinin giderildiği, deney

grubunda ise belirlenen 485 adet kavram yanılığının 157'sinin, yani %32,16'sının son testte giderildiği görülmektedir. İki grupta belirlenen kavram yanılığı giderilme oranları kıyaslandığında, deney grubunda kavram yanılıklarını giderme konusunda kontrol grubuna göre daha büyük bir başarı elde edilmiştir. Bulgular soru bazında tek tek incelendiğinde ise, bazı sorularda kontrol grubundaki öğrencilerin daha başarılı oldukları görülmektedir. Bu durum KHKKT'nde yer alan 6, 11, 12, 13, 16, 22, 23 ve 25 numaralı sorular için geçerli olmuştur. Geriye kalan diğer sorularda (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 24 numaralı sorularda) ise deney grubunun daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özetlenecek olursa, yirmibeş sorudan oluşan KHKKT'nin onaltı sorusunda deney grubu öğrencilerinde daha fazla gelişme sağlanırken, sekiz soruda kontrol grubunda daha fazla gelişme sağlanmıştır. Bir soruda ise eşitlik söz konusudur.

Giderilen kavram yanılığı sayıları mukayese edildiğinde ise, testin 5, 7, 9, 13, 16 ve 21 numaralı sorularında kontrol ve deney gruplarında eşit sayıda kavram yanılığının giderildiği belirlenmiştir. Testin 15 numaralı sorusunda ise her iki grupta da gelişme sağlanamaması dikkat çeken bir sonuç olmuştur. Bunun yanında 3 numaralı soruda kontrol grubunda hiç kavram yanılığının düzeltilememesi göze çarpan sonuçlar arasındadır.

Kontrol grubunda en büyük değişimin 14, 23 ve 5 numaralı sorularda yaşandığı, deney grubunda ise en büyük değişimin 14, 1, 18 ve 3 numaralı sorularda yaşandığı belirlenmiştir. Testin 3, 15, 2, 20 ve 1 numaralı soruları, kontrol grubunda kavramsal değişimin en az oranda yaşandığı sorular olarak belirlenmiştir. Deney grubunda ise kavramsal değişimin en az oranda yaşandığı sorular, 15, 11, 23, 13 ve 22 numaralı sorular olmuştur.

#### **4.7. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılıklarının Ontolojik Kategorilere Göre Dağılımlarının ve Giderilme Oranlarının Karşılaştırılması**

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin, öğretimden önce sahip oldukları kavram yanılıklarının ontolojik kategorilere (madde, işlem, olay, sınırlı etkileşim vb.) göre dağılımlarını ve bunların giderilme oranları Tablo 4.67'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.67. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgılarının Ontolojik Kategorilere Göre Dağılımı ve Giderilme Oranları**

Grup	Ontolojik Kategori	Başlangıçta Var Olan Kavram Yanılgısı Sayısı	Giderilen Kavram Yanılgısı Sayısı	Giderilen Kavram Yanılgısı Yüzdesi
<b>Kontrol Grubu</b>	Madde	71	19	26,76
	İşlem	119	24	20,17
	Kasıtlı Olay	226	34	15,04
	Rastgele Olay	46	13	28,26
	Sınırlı Etkileşim	32	7	21,88
<b>Deney Grubu</b>	Madde	69	21	30,43
	İşlem	117	39	33,33
	Kasıtlı Olay	231	65	28,14
	Rastgele Olay	41	18	43,90
	Sınırlı Etkileşim	20	14	70

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin farklı ontolojik kategorilere yerleştirdikleri kavram yanılgılarının giderilme oranlarının karşılaştırıldığı Tablo 4.67 incelendiğinde, bütün kategoriler için deney grubunda belirlenen oranların kontrol grubuna göre daha yüksek oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda en yüksek kavram yanılgısı giderilme oranının %28,26 ile rastgele olay kategorisinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Kontrol grubunda gerçekleşen kavram yanılgısı giderilme oranları kategorilere göre sıralandığında, rastgele olay kategorisini takiben sırasıyla, madde, sınırlı etkileşim, işlem ve kasıtlı olay kategorileri gelmektedir. Deney grubunda ise en yüksek kavram yanılgısı giderilme oranı %70 ile sınırlı etkileşim kategorisinde gerçekleşmiştir. Deney grubunda gerçekleşen kavram yanılgısı giderilme oranları kategorilere göre sıralandığında, sınırlı etkileşim kategorisini takiben sırasıyla rastgele olay, işlem, madde ve kasıtlı olay kategorileri gelmektedir. Genel bir değerlendirme yapıldığında, öğrencilerin rastgele olay, madde ve sınırlı etkileşim kategorilerine yerleştirdikleri kavram yanılgılarını daha kolay düzelttikleri, işlem ve kasıtlı olay kategorilerine yerleştirdikleri yanılgılarını ise düzeltmede zorlandıkları söylenebilir.

Ontolojik kategorilere göre kavram yanılgılarının giderilme oranları; madde kategorisi için kontrol grubunda %26,76 ve deney grubunda %30,43 olarak; işlem kategorisi için kontrol grubunda %20,17 ve deney grubunda %33,33 olarak; kasıtlı olay kategorisi için

kontrol grubunda %15,04 ve deney grubunda %28,14 olarak; rastgele olay kategorisi için kontrol grubunda %28,26 ve deney grubunda %43,90 olarak ve sınırlı etkileşim kategorisi için kontrol grubunda %21,88 ve deney grubunda %70 olarak bulunmuştur. Kontrol ve deney grubundan elde edilen sonuçlara genel olarak bakıldığında, her iki grubun madde kategorisindeki kavram yanlışlarının giderilme oranlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Buna karşın, işlem, kasıtlı olay, rastgele olay ve sınırlı etkileşim kategorilerindeki değişim oranları incelendiğinde, deney grubunun oranlarının kontrol grubuna oranla çok daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Hatta kasıtlı olay ve sınırlı etkileşim kategorilerindeki kavram yanlışlarının giderilme oranları deney grubu için, kontrol grubunun neredeyse iki katı olarak bulunmuştur. İşlem ve rastgele olay kategorilerinde ise, kavram yanlışlarının giderilme oranları deney grubu için, kontrol grubunun neredeyse 1,5 katı olarak bulunmuştur. İki grubun bulguları arasındaki farkın bu denli büyük olması dikkat çeken bir sonuç olmuştur.

Madde kategorisindeki değişim oranları iki grup için birbirine yakın değerler bulunmasına rağmen, işlem ve rastgele olay kategorilerinde çok daha büyük farklılıklar, hatta kasıtlı olay ve sınırlı etkileşim kategorilerinde neredeyse iki katına yakın değerlerde deney grubu lehine farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, genellikle bir sürecin göz önüne serildiği ve hayal edilmesi daha zor olan süreç kavramlarının zihinlerde tezahür edilmesinin kolaylaştırıldığı animasyonların öğretim sırasında kullanılması, süreç kategorisinin alt kategorileri olan işlem, kasıtlı olay, rastgele olay ve sınırlı etkileşim kategorilerine yerleştirilen kavram yanlışlarının giderilmesinde daha etkili olmuştur.

Tablo 4.67'de yer alan veriler, Tablo 4.68'de özetlenerek belirlenen kavram yanlışlarının, madde ve süreç (işlem, olay, sınırlı etkileşim) temel ontolojik kategorilerine dağılımları gösterilmiştir. Tablo 4.68'de kontrol ve deney grubu öğrencilerinin madde ve süreç kategorisindeki başlangıçta var olan ve uygulama sonunda giderilen kavram yanlışları sayıları gösterilmiştir.

**Tablo 4.68. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Madde ve Süreç Temel Kategorilerine Yerleştirmeden Kaynaklanan Kavram Yanılgılarının Giderilme Oranları**

Grup	Temel Ontolojik Kategoriler	Başlangıçta Var Olan Kavram Yanılgısı Sayısı	Giderilen Kavram Yanılgısı Sayısı	Giderilen Kavram Yanılgısı Yüzdesi
<b>Kontrol Grubu</b>	Madde	71	19	26,76
	Süreç	423	78	18,44
<b>Deney Grubu</b>	Madde	69	21	30,43
	Süreç	409	136	33,25

Tablo 4.68 incelendiğinde kontrol grubunda uygulamadan önce madde kategorisinde saptanan 71 kavram yanılgısının 19'unun, yani %26,76'sının giderildiği görülmektedir. Deney grubunda uygulamadan önce madde kategorisinde saptanan 69 kavram yanılgısının 21'inin, yani %30,43'ünün giderildiği görülmektedir. Aynı tablo incelendiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin uygulamadan önce var olan süreç kategorisindeki 423 kavram yanılgısının uygulama sonrası 78'i, yani %18,44'ünün giderildiği görülmektedir. Deney grubunda ise uygulamadan önce var olan süreç kategorisindeki 409 kavram yanılgısından 136'sı, yani %33,25'inin giderildiği belirlenmiştir. Veriler incelendiğinde, kontrol grubunda yürütülen öğretim sürecinin madde kategorisine yerleştirilen kavram yanılgılarının giderilmesinde, deney grubunda yürütülen öğretim sürecinin ise süreç kategorisine yerleştirilen kavram yanılgılarının giderilmesinde daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu sonuçlardan, kontrol ve deney gruplarında süreç ve madde kategorilerinde giderilen kavram yanılgıları mukayese edildiğinde, uygulamada kullanılan her iki yöntemin madde kategorisindeki kavram yanılgılarını gidermede benzer etkide olduğu söylenebilir. Ancak süreç kategorisindeki kavram yanılgılarının giderilmesinde animasyon destekli öğretimin bu kategorideki yanılgıları gidermede daha etkili olduğu sonucuna varılabilir. Bu durum, animasyonların öğretim sürecinde kullanılması ile, olay ve süreç gibi soyut kavramların dinamik olarak görselleştirilerek, kavramsallaştırılmalarına olanak sağlandığı şeklinde açıklanabilmektedir.



#### 4.8. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Üst ve Yanal Kategorilere Yerleştirmeden Kaynaklanan Kavram Yanılgılarının Giderilme Oranlarının Karşılaştırılması

Geleneksel yaklaşıma göre öğretimin yapıldığı kontrol grubunda ve animasyon destekli öğretimin yapıldığı deney grubunda belirlenen kavram yanılgılarının üst ve yanal ontolojik kategorilere yerleştirilme dağılımı ve bunların giderilme oranları Tablo 4.69'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.69. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Üst ve Yanal Kategorilere Yerleştirmeden Kaynaklanan Kavram Yanılgılarının Giderilme Oranları**

Grup	Üst/Yanal Ontolojik Kategori	Başlangıçta Var Olan Kavram Yanılgısı Sayısı	Giderilen Kavram Yanılgısı Sayısı	Giderilen Kavram Yanılgısı Yüzdesi
<b>Kontrol Grubu</b>	Üst Kategori	259	62	23,94
	Yanal Kategori	241	38	15,77
<b>Deney Grubu</b>	Üst Kategori	260	102	39,23
	Yanal Kategori	225	55	24,44

Tablo 4.69'a göre, kontrol grubunda üst ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılgılarının %23,94'ünün giderildiği, yanal kategoriye yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanılgılarının ise %15,77'sinin giderildiği tespit edilmiştir. Kontrol grubunda üst kategoriye yerleştirilen yanılgıların giderilme oranı, yanal kategoriye yerleştirilen yanılgıların giderilme oranından daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Deney grubunda, üst kategoriye yerleştirilen kavram yanılgılarının %39,23'ünün giderildiği, yanal kategoriye yerleştirilen yanılgıların ise %24,44'ünün giderildiği ortaya çıkmıştır. Üst ontolojik kategoriye yerleştirilen kavrama farklı özellikler atandığından, üst kategoriye yerleştirilen kavram yanılgısının düzeltilmesi, yanal kategoriye yerleştirilene göre daha zordur. Buna rağmen, deney grubunda bu duruma ters bir sonuç ortaya çıkmıştır. Üst kategoriye yerleştirilen yanılgının giderilmesi daha zor bir süreç olmasına rağmen, üst kategoriye yerleştirilen yanılgıların giderilmesinde daha yüksek bir oran elde edilmiştir. Soyut kavramları somut hale getirerek öğrencilerin zihinlerinde canlandırmalarına yardımcı olan animasyonların, bu durumda etkili olduğu yorumu yapılmıştır.

Animasyon destekli öğretim yöntemi ile, geleneksel öğretime göre, yanal kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlarının giderilmesinde neredeyse 1,5 kat, üst kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlarının giderilmesinde ise 1,5 katından fazla bir başarı elde edilmiştir. Hem üst, hem de yanal ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarının giderilmesinde, animasyon destekli öğretimin geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.70'de ise, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin başlangıçta var olan ve uygulama sonunda giderilen kavram yanlışları sayıları gösterilmiştir.

**Tablo 4.70. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Başlangıçta Var Olan ve Giderilen Kavram Yanlışları Sayıları**

	Başlangıçta Var Olan Toplam Kavram Yanlışları Sayısı	Giderilen Toplam Kavram Yanlışları Sayısı	Giderilen Toplam Kavram Yanlışları Yüzdesi
<b>Kontrol Grubu</b>	500	100	20
<b>Deney Grubu</b>	485	157	32,16

Tablo 4.70 incelendiğinde Kontrol grubunda uygulamadan önce saptanan 500 kavram yanlışlarının 100'ü, yani %20'si giderilebilmiştir. Deney grubunda ise uygulamadan önce 485 kavram yanlışları belirlenmiş ve yapılan öğretim sonucunda bunların 157'si, yani %32,16'sı giderilebilmiştir. Deney grubunda giderilen kavram yanlışları oranının, kontrol grubunda bulunan değer 1,5 katından fazla olduğu görülmektedir. Bu bulgular ışığında, deney grubunda yapılan animasyon destekli öğretimin, kontrol grubunda yapılan geleneksel öğretime göre kavram yanlışlarını giderme konusunda daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## BÖLÜM V: YARGI, SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1. Yargı ve Sonuç

Yapılan çalışmanın iki temel amacı bulunmaktadır. Birinci temel amaç, İlköğretim yedinci sınıf öğretim programında yer alan "Kuvvet ve Hareket" konusuyla ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek ve bunları animasyon destekli öğretimle gidermektir. Araştırmanın ikinci temel amacı ise, "Kuvvet ve Hareket" konusuyla ilgili belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik açıdan değerlendirilerek kaynağının belirlenmesi ve hangi tür ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmekten kaynaklanan kavram yanlışlarının daha çok giderilebildiğinin belirlenmesidir. Bu amaçla, belirlenen kavram yanlışları, sahip oldukları özellikler doğrultusunda ontolojik kategorilere yerleştirildikten sonra, iki grupta incelenmişlerdir. Bunlardan ilki, yanal kategorilere yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışları, ikincisi ise üst ontolojik kategorilere yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarıdır. Çalışmanın alt problemlerine ilişkin bulgular aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak açıklanmıştır.

#### 5.1.1. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Öğretim Öncesi ve Sonrası, Konu İle İlgili Akademik Başarıları Arasında Anlamli Bir Fark Var mıdır?

Kontrol ve deney grupları arasında, akademik başarıları açısından anlamlı bir fark olup olmadığı, öğretim öncesinde uygulanan "Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi" ön test sonuçlarının istatistiksel olarak karşılaştırılmasıyla araştırılmıştır. KHKBT kapsamında, öğrencilerin Kuvvet ve Hareket konusunda yer alan iş, enerjinin korunumu, potansiyel enerji, kinetik enerji, kuvvet, sürtünme kuvveti, yaylardaki iş-enerji dönüşümleri gibi konulardaki akademik başarıları ölçülmüştür. Bu çalışmanın sonucunda, öğretim öncesinde kontrol ve deney gruplarının akademik başarıları arasında anlamlı bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır.

Kontrol grubunda geleneksel yaklaşıma göre yürütülen çalışmalar sonucunda, öğrencilerin KHKBT ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, geleneksel olarak yürütülen öğretim sürecinin, kontrol grubu

öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaştırmıştır.

Deney grubunda yürütülen animasyon destekli öğretim sonucunda, öğrencilerin KHKBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Bu sonuç, öğrencilerin soyut kavramları zihinlerinde daha kolay canlandırabilmelerini sağlayan animasyon destekli öğretimin, deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarını arttırdığını göstermektedir.

Kontrol ve deney gruplarında uygulanan KHKBT son test sonuçlarının karşılaştırılmasıyla, hangi öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarılarını daha çok arttırdığı araştırılmıştır. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda, kontrol ve deney gruplarının KHKBT son test puanları arasında, deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Bu bulgulara göre, sorgulanan kavramlara yönelik geliştirilen etkileşimli animasyonlarla yürütülen etkinliklerin, geleneksel olarak yapılan ders içi etkinliklere göre, öğrencilerin akademik başarılarını daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Kontrol grubunda geleneksel olarak yürütülen ders içi etkinliklerle öğretim gerçekleştirilirken, deney grubunda animasyon destekli öğretim kapsamında, etkileşimli animasyonların, sanal deneylerin, eğitsel oyunların, soru-cevap etkinliklerin yer aldığı çeşitli etkinliklerle öğretim gerçekleştirilmiştir. Soyut kavramların görselleştirilerek, akılda kalıcılığını kolaylaştıran bu uygulamalar sayesinde öğrenciler, kavramlar üzerinde daha derinlemesine düşünebilme ve onları içselleştirebilme imkanı bulmuşlardır. Bu durum da onların akademik başarıları üzerine yansımış ve KHKBT’nde daha başarılı olmalarını sağlamıştır. Elde edilen bu bulgular, literatürde geçen (Çepni vd., 2006; Katırcıoğlu ve Kazancı, 2003; Powel-Aeby ve Carpenter-Aeby, 2003; Rowe ve Gregor, 1999; Bosco, 1986; Fletcher, 1990; Khalili ve Shashaani, 1994; Kulik vd., 1980, 1983, 1985, 1986; Reid ve Serumola, 2007; Al-Ahmadi, 2008; Al-Ahmadi ve Oraif, 2009; Karaca, 2010; Karaçöp, 2010; Karaçöp vd., 2009; George vd., 2000; Koç vd., 2013) çalışmaların sonuçlarıyla örtüşür niteliktedir.

### **5.1.2. Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Öğretim Öncesi ve Sonrası, Konu İle İlgili Kavram Öğrenme Düzeyleri Arasında Anlamlı Bir Fark Var mıdır?**

Kuvvet ve Hareket konusunda yer alan kuvvet, sürtünme kuvveti, iş, enerjinin korunumu, yaylarda depolanan enerji gibi kavramlarla ilgili geleneksel olarak yürütülen çalışmaların ve animasyon destekli öğretim süreci dahilindeki çalışmaların, öğrencilerin kavramsal öğrenme düzeylerini arttırdığı ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu ile deney grubunun KHKKT'nin son test sonuçları karşılaştırıldığında, iki grup arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu sonuç, animasyon destekli öğretim çalışmalarının, öğrencilerin Kuvvet ve Hareket konusundaki temel fizik kavramları (kuvvet, sürtünme kuvveti, enerjinin korunumu, kinetik enerji, potansiyel enerji, mekanik enerji, yaylarda depolanan enerji) ile ilgili kavram öğrenme düzeylerini, geleneksel çalışmalara göre daha fazla arttırdığı sonucuna ulaştırmıştır. Elde edilen bulgular, literatürde yer alan çalışmaların (Atılboz, 2004; Saka ve Akdeniz, 2006; Lewarter, 2003; Lowe, 2003; Rieber, 1990a; Karaçöp, 2010; Karaçöp vd., 2009; Rodenstein, 1986; Sarı, 2014; Daşdemir ve Doymuş, 2012b; Tekdal, 2002; Güvercin, 2010; Daşdemir, 2006 2012a; 2013a; 2013b; 2016; Kırıyıcı ve Yumuşak, 2005; Çepni vd., 2006; Katırcıoğlu ve Kazancı, 2003; Powel-Aeby ve Carpenter-Aeby, 2003; Rowe ve Gregor, 1999; Bosco, 1986; Fletcher, 1990; Khalili ve Shashaani, 1994; Kulik vd., 1980, 1983, 1985, 1986; Reid ve Serumola, 2007; Al-Ahmadi, 2008; Al-Ahmadi ve Oraif, 2009; Karaca, 2010; George vd., 2000; Jimoyiannis & Komis, 2001) sonuçlarıyla örtüşür niteliktedir.

## **5.2. Tartışma**

Bu araştırmanın iki temel amacı bulunmaktadır. Birinci amaç, ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bunların animasyon destekli öğretimle giderilmesidir. İkinci amaç ise, belirlenen kavram yanlışlarının ontolojik açıdan değerlendirilerek, hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirilmeden kaynaklandıklarının belirlenmesi ve yapılan öğretim sonucunda hangi tür kategoriye (yanal/üst) yanlış yerleştirilen kavram yanlışlarının daha çok giderilebildiğinin belirlenmesidir. Çalışmanın temel ve alt problemlerine ilişkin bulgulara yönelik tartışmalar aşağıda verilmiştir.

### 5.2.1. Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Belirlenen Kavram Yanılgılarının Değerlendirilmesi

Öğrencilerin fen öğrenimi sırasında, kavram yanılgıları oluşturmalarının çeşitli sebepleri vardır. Bu sebepler arasında; öğrenci karakteri, yaşantısı (Florida Science Curriculum Framework, 1998), eksik veya yanlış ön bilgileri, günlük deneyim ve gözlemleri (Vienot, 1979; Strauss, 1981; Wandersee, Mintzes ve Novak, 1994), edindiği yeni bilgileri ön bilgileri ile ilişkilendirememesi (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003); öğretmenin karakteri, kullandığı yöntem, bilgi eksiklikleri (Osborne ve Cosgrove, 1983); öğrenme ortamı, kitaplar ve öğretim materyalleri (Cho vd., 1985; Wandersee vd., 1994; Florida Science Curriculum Framework, 1998) gösterilebilir.

Kuvvet ve Hareket konusu soyut kavramlar içeren konulardan biri olduğundan, öğrencilerin kuvvet, iş, enerjinin korunumu, potansiyel enerji, kinetik enerji, yaylarda depolanan enerji gibi kavramlarla ilgili birçok kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir. Kuvvet ve hareket konusu 5. sınıftan itibaren her kademede yer alan bir ünite olduğundan, bu konu ile ilgili öğrencilerin geliştirdikleri kavram yanılgılarının mümkün olan en kısa sürede belirlenerek, bunları gidermek için farklı yöntemler denenmesi uygun olacaktır. Kuvvet ve hareket konusu, ileriki yıllarda öğrenilecek birçok konunun da temelini oluşturacağından, bu konu ile ilgili kavramların zihinlerde doğru şekilde yerleştirilmesi önemlidir. Giderilmeyen kavram yanılgıları, diğer yıllardaki öğrenmeleri de olumsuz yönde etkileyeceğinden, bu kavram yanılgılarının en kısa sürede saptanması ve giderilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada belirlenen kavram yanılgılarının, literatürde yer alan birçok araştırmada tespit edilen kavram yanılgılarıyla uyumlu olduğu görülmüştür. Kuvvet ve hareket konusuyla ilgili yapılan çok sayıda araştırma, öğrencilerin bu kavramları tam olarak anlamlandıramadıkları ve dolayısıyla çok sayıda kavram yanılgılarına sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada belirlenen kuvvet ve hareket ilişkisini açıklayan kavram yanılgılarından bazıları; "sadece canlılar kuvvet uygular" (McCloskey, 1983a; Yıldız ve Büyükkasap, 2006; Türker, 2009; Güneş, 2011), "ağırlık cisimlerin bir özelliğidir" (Project Galileo, 1998; Reiner, Slotta vd., 2000), "hareket eden veya duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler" (Yıldız ve Büyükkasap, 2006), "fırlatma kuvveti cismin parçası haline gelir" (McCloskey, 1983b; Fishbein vd., 1988; Kuru ve Güneş, 2005; Güneş, 2011; Turgut vd., 2007, 2011; Demir vd., 2012), "hareket eden cismin içinde onun hareketinin devam

etmesini sağlayan bir kuvvet vardır" (Viennot, 1979; Clement, 1982; McCloskey, 1983a; Halloun vd., 1985a, 1985b; Osborne, 1985; Reiner, Slotta vd., 2000; Ioannides vd., 2001), "kuvvet kullanılıp tükenebilir", "kuvvet tükendiği zaman cisim durur" (Clement, 1982; Watts, 1983b; McCloskey, 1983b; Halloun vd., 1985a, 1985b; Twigger vd., 1994; Trumper ve Gorsky, 1996; Turgut vd., 2007, 2011; Demir vd., 2012), "enerji kullanılır, azalır veya tükenir" (Güneş, 2007a, 2007b; Güneş, 2011), "bir cisme uygulanan kuvvet ile cismin hızı doğru orantılıdır" (Champagne vd, 1980; Kuru ve Güneş, 2005; Soner, 2006), "sabit hız sabit kuvvet gerektirir" (Champagne vd, 1980; Gilbert ve Watts, 1983b; diSessa, 1983; Halloun vd., 1985a, 1985b; Hapkiewicz, 1999; Minstrell, 2001; Kuru ve Güneş, 2005; Soner, 2006; Turgut vd., 2007, 2011; Demir vd., 2012), "cismin yavaşlamasının sebebi, hareketi sağlayan kuvvetin azalmasıdır" (Watts vd., 1981; Clement, 1982; AAAS Project 2061, 1990, 1993), "cismin yavaşlamasının sebebi, harekete karşı koyan kuvvetin artmasıdır" (AAAS Project 2061, 1990, 1993), "hareket varsa, kuvvet de vardır" (Clement, 1982; Gilbert ve Watts, 1983; diSessa, 1983; Halloun vd., 1985a, 1985b; Trumper ve Gorsky, 1996; Hapkiewicz, 1999; Minstrell, 2001; Ioannides vd., 2001; Kuru ve Güneş, 2005; Türker, 2009; Turgut vd., 2007, 2011; Demir vd., 2012), "kuvvet yoksa, hareket de yoktur" (Champagne vd, 1980; Halloun vd., 1985a, 1985b), "cisimler yan yana geldikleri anda hızları eşittir" (Minstrell, 2001; Güneş, 2011), "ağır cisimler daha çabuk düşer" (Soner, 2006; Güneş, 2011), "günlük hayatta yapılan her türlü aktivite iştir" (Palut, 2006; Aydoğmuş, 2008; Pastırmacı, 2011), "harcanan enerji fazla ise yapılan iş de fazladır" (Avcı vd., 2012), "kuvvet ve hareketin doğrultularına dikkat edilmeksizin, daha çok kuvvet uygulayan veya daha çok yol alan daha çok iş yapmıştır" (Avcı vd., 2012), "cisimlerin çarpışması sırasında, kütlesi daha fazla olan veya daha hızlı olan, diğerine daha büyük kuvvet uygular" (Hapkiewicz, 1992; Ioannides vd., 2001; Kuru ve Güneş, 2005; Soner, 2006; Yıldız, 2008, 2003; Güneş, 2011) literatürde yer alan çalışmalarda saptanan bulgular arasındadır. Burada bahsedilen kavram yanlışlarını genel özellikleriyle özetlemek gerekirse, öğrencilerin çoğunlukla kuvvetin kullanılıp, tükenbilme veya bir cismin parçası haline gelebilme gibi maddesel özelliklere sahip oldukları konusunda kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Öğrencilerin aynı zamanda kuvvet ve hız kavramları arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunu düşündükleri de ulaşılan bulgular arasındadır. Başka bir deyişle, hız artıyorsa kuvvetin

de artacağını, hız azalıyorsa kuvvetin de azalacağını veya hız sabitse kuvvetin de sabit olacağını düşünmeleri öğrenciler arasında yaygın olarak rastlanan kavram yanlışları arasındadır. Hareket varsa, kuvvetin de olması gerektiği, kuvvet yoksa hareketin de olmayacağı düşüncesi yine öğrencilerin büyük çoğunlukla yoğunlaştıkları kavram yanlışları arasındadır. İki cismin çarpışması sırasında daha büyük olanın, daha büyük kütleyle sahip olanın veya daha hızlı olanın, daha fazla kuvvet uygulayacağı düşüncesi de yine öğrenciler arasında sık karşılaşılan kavram yanlışlarındandır. Öğrencilerin iş konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarında ise genellikle öğrencilerin iş kavramını günlük hayatta yapılan her türlü aktiviteyi veya enerji harcanan her aktiviteyi iş olarak tanımladıkları görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin, yapılan işleri karşılaştırırken, kuvvet ve alınan yolun doğrultularına dikkat etmeden, sadece kuvvetin büyüklüğünü veya alınan yolları karşılaştırdıkları fark edilmiştir.

### **5.2.2. Kavram Yanlışlarının Giderilmesinde Kullanılan Öğretim Yöntemleri İle İlgili Değerlendirmeler**

Öğrenme ve öğretme bir süreçtir ve bu süreç içerisinde öğrencilerin yeni kavramları anlamlandırabilmeleri, önceki bilgileriyle bağ kurabilmeleri ve zihinlerinde o kavramla ilgili modeller oluşturabilmeleri gerekmektedir. Karmaşık olgular basitleştirildiğinde, soyut kavramlar somut hale getirildiğinde, önceki bilgilerle bağ kurulabildiğinde ve çıplak gözle görülemeyenler görünür hale getirildiğinde öğrenme daha çabuk gerçekleşir (Hestenes, 1996).

Kavram yanlışlarının giderilmesi konusunda yapılan çeşitli araştırmalarda farklı öğretim yöntemlerinin kullanıldığı görülmüştür. Örneğin Dinçer (2003) ve Pehlivan (2004) 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarını yapısalcı öğretim yaklaşımıyla gidermeye çalışmışlardır. Öğrenme sürecinde, aşına olunmayan durumun özelliklerini açıklarken, aşına olunan bir durumla aralarındaki benzerliklerin vurgulandığı analogiler (Treagust vd., 1992) de öğretimde sık kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Örneğin Cerit Berber ve Sarı (2010) iş, güç ve enerji ile ilgili kavramların anlaşılmasında analogik modellerin etkisini araştırmışlardır. Dilber (2006) kavram yanlışlarının giderilmesinde ve öğrenci başarısının artırılmasında, analogi ve kavramsal değişim metinlerinin kullanılmasının etkisini araştırmıştır. Çaycı (2007a, 2007b), Demir (2010), Gürbüz (2008), Pınarbaşı ve Canpolat (2002), Kasap ve



Ültay (2013), Cerit Berber ve Sarı (2009), Avcı, Kara ve Karaca (2012)'nin çalışmaları ise kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı diğer araştırmalar arasındadır. Probleme dayalı aktif öğrenme yönteminin kavram yanılgılarının giderilmesine ve kavram öğrenmeye etkisinin araştırıldığı çalışmalara ise Tandoğan (2006) ve Palut (2006)'nin çalışmaları örnek gösterilebilir. Bunun yanında bilgisayar destekli öğretim yönteminin (Türkan, 2012; Sarı, 2014), laboratuvar yönteminin (Türkan, 2012), argümantasyon yönteminin (Topalsan, 2015), kavram haritası yönteminin (Sarı, 2014) uygulandığı çeşitli araştırmalar bulunmaktadır.

Hareketli tarzda gerçeğin veya hayalin canlandırılması olarak tanımlanan animasyonların, öğrencilerin dikkatini çekmede ve dikkatini muhafaza etmedeki olumlu etkileri çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Pekdağ, 2005 ve Lowe, 2001). İncelenen çeşitli araştırmalarda, animasyonların dinamik görünümü ve soyut olayları canlandırabilme özelliğinden ötürü, öğrenme üzerinde pozitif bir etki oluşturduğuna dair bulgulara rastlanmıştır (Pekdağ, 2005). Animasyon destekli öğretim yönteminin, kavram yanılgılarını gidermede olumlu etkilere sahip olduğunun literatürde de belirtilmesinden dolayı (Williamson ve Abraham, 1995), bu yöntemin çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir.

### **5.2.3. Geleneksel Öğretim Uygulamalarının Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Etkisi İle İlgili Değerlendirmeler**

Geleneksel öğretim yöntemi, öğretmenin liderliğinde, düz anlatım, soru-cevap, tartışma ve örnek-olay incelemesi gibi yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Geleneksel öğretim yöntemi, dersin akışına, öğrencilerin nasıl yönlendirileceğine ve değerlendirmenin nasıl yapılacağına öğretmenin karar verdiği, öğretmen merkezli bir yöntemdir. Geleneksel eğitim anlayışında, öğrenci boş bir levhaya benzetilmektedir. Bu sebeple bilginin etkili şekilde aktarılması esastır. Öğretmenin bilgiyi anlaşılır şekilde sunması, öğrencinin de sunulan bilgileri öğrenmesi beklenir. Düz anlatım yöntemiyle öğrenim gören öğrencilerin öğrendiği bilgiler ezber düzeyinde kaldığından, konuları tam olarak kavrayamaz ve farklı konulara transfer etmede güçlük çekerler (Polat, 2007; Gürses, 2010). Geleneksel anlayışta fen bilimleri derslerinin genellikle teorik olarak işlenmesi, öğrencileri anlama zorluğuna iten nedenlerden bir tanesidir (Polat, 2007).

Öğrenciler uygulama yapma ve gözlem yapma fırsatı bulamadıklarında, soyut kavramları anlamlandırmakta zorlanmaktadırlar.

Geleneksel olarak yürütülen öğretim sürecinin, kavram yanlışlarını gidermede ve kavram öğretimi konusunda yetersiz kaldığı ile ilgili literatürde bir çok çalışma bulunmaktadır. Örneğin Ausubel (1968), Stepan ve diğerleri (1970), Erickson (1979), Osborne ve Gilbert (1980b), Driver (1981, 1989), Driver vd. (1996), Pope ve Gilbert (1983), Watts (1983b), Anderson (1986), Hashweh (1988), Sarı (2014) ve Topalsan (2015) gibi araştırmacıların yaptıkları çalışmalar bu sonucu destekler niteliktedir. Bu çalışmalardaki ortak görüş şudur: "Öğrenciler sınıflardaki yerlerini ön bilgi eksiklikleri ve pek çok karışık bilgi ile almışlardır. Bu nedenle öğretmenler, öğrencilerin alternatif düşüncelerinin ve bu düşüncelerin etkisiyle sınıfta nasıl yanlış düşünceler edinebileceklerinin farkında olmalıdırlar. Bir kavramı açıklamak için öğretmenin sunduğu örnekler, öğrenciler tarafından tamamen farklı şekilde algılanabilir, yorumlanabilir ve ulaşılan sonucun hedeflenen sonuçtan farklı olmasına sebep olabilir" (Aktaran Topalsan, 2015).

Geleneksel öğretim yönteminin sınırlılıklarını vurgulayan çok sayıda araştırma olmasına rağmen, bu yöntemin öğrenme üzerindeki olumlu etkileri de yadsınmamaktadır (Sarı, 2014). Örneğin yapılan çalışmada, kontrol ve deney gruplarının öğretimden sonraki kavram öğrenme düzeyleri karşılaştırıldığında deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Bununla beraber, kontrol grubunun öğretimden önce ve öğretimden sonraki kavram öğrenme düzeyleri arasında da anlamlı bir fark oluşmuştur. Öğretimden önce kontrol grubunda belirlenen 500 kavram yanlışının, 100'ünün (%20) yapılan öğretim sonucunda giderildiği belirlenmiştir. Bu sonuç istatistiksel olarak incelendiğinde, öğretim sürecinin geleneksel olarak yürütüldüğü kontrol grubunun öğretim öncesi ve öğretim sonrası kavram öğrenme düzeyleri arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda da kavram öğrenme düzeylerinde başarı sağlanmasında, günümüzde uygulanan mevcut öğrenme programında yer alan çeşitli etkinliklerin (deney, tartışma, gözlem vb.) etkisi olduğu düşünülmektedir. Giderilen kavram yanlışlarının yanında, kontrol grubunda 41 yeni kavram yanlışının olduğu tespit edilmiştir. Kontrol ve deney gruplarında, öğretim sonrasında oluşan kavram yanlışları mukayese edildiğinde, kontrol grubunda (41), deney grubunun (19) iki katından daha fazla sayıda kavram yanlışları olduğu

görülmüştür. Bu durum, geleneksel yaklaşıma göre yürütülen öğretim sonucunda bazı öğrencilerin kavram karmaşalarının arttığı ve yeni kavram yanlışları oluşturmalarına sebep olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Sonuçlar genel olarak incelendiğinde animasyon destekli öğretimin kavram yanlışlarını gidermede daha etkili olduğu sonucuna ulaşılsa da, Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'ne verilen cevaplar her soru için tek tek incelendiğinde, bazı sorularda kontrol grubundaki öğrencilerin daha başarılı oldukları görülmektedir. Bu durum, yirmibeş sorudan oluşan KHKKT'nin sekiz sorusunda geçerli olurken, geriye kalan onyedisi soruda ise öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde animasyon destekli eğitimin daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

#### **5.2.4. Animasyon Destekli Öğretim Uygulamalarının Kavram Yanlışlarını Gidermedeki Etkisi İle İlgili Değerlendirmeler**

Öğrencilerin gözlemlemekte zorlandıkları olay ve süreçlerin görselleştirilmesi, resim veya çizimlerle desteklenmesi, bu olay veya süreçlerin öğrenciler tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır (Noh ve Scharman, 1997). Ancak resim veya çizimler olayların sadece durağan gösterimine izin verirken, animasyonlar süreçleri dinamik olarak görselleştirmektedirler (Ünal, 2007). Animasyonlar, doğrudan gözlemlenemeyen veya algılanması zor olan, laboratuarda gösterilmesi tehlikeli veya pahalı olan, çok hızlı veya çok yavaş gerçekleşen olayları veya durumları gözlemlenebilir hale getirmek için kullanılan, bilgisayar ekranında hızla değişen ve hareketliymiş gibi görünen bir dizi resimdir (Large, 1996; Rieber, 1990b; Aktaran Sarı, 2014). Kuvvet ve hareket konusunda yer alan birçok soyut kavramın somutlaştırılmasında, olay ve süreçlerin dinamik olarak görselleştirilerek kavramsallaştırılmasında animasyon destekli öğretimin etkisi yadsınmaz. Bilgisayar desteği ile sunulan bu tip içeriğin hem sözlü, hem de görsel olarak zihinde kodlanması sayesinde daha kalıcı ve anlamlı öğrenme gerçekleşebilmektedir (Baykal, 1990; Richards vd., 1992; İşman, 2001; Sezgin ve Köymen, 2002; Sarı, 2014). Etkileşimli animasyonların kullanıldığı öğrenme sürecinde, öğrenciler bireysel olarak ve kendi hızlarına göre konuları öğrenebilmekte, öğrencinin materyalle karşılıklı etkileşimi sonucu öğrenci aktif kalmakta, motivasyonu ve derse olan ilgisi de artmaktadır (Baki ve Öztekin, 2001; Ünal, 2007).

Yapılan bu araştırmada, elde edilen bulgulardan bir tanesi, kontrol ve deney gruplarının öğretimden sonraki kavram öğrenme düzeyleri karşılaştırıldığında deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmasıdır. Animasyon destekli öğretim yöntemi, öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede ve kavramsal öğrenme düzeylerini arttırmada, geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olmuştur. Bununla beraber, deney grubunun öğretimden önce ve öğretimden sonraki kavram öğrenme düzeyleri arasında da anlamlı bir fark olduğu da elde edilen bulgular arasındadır. Öğretim öncesinde deney grubunda belirlenen 485 kavram yanlışının, 157'sinin (%32,16) öğretim sonucunda giderildiği belirlenmiştir. Bu değer (%32,16), geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubunda belirlenen kavram yanlışını giderilme oranının (%20), 1,5 katından daha fazladır. İki grup arasında kavramsal öğrenme başarıları arasında büyük bir farklılık ortaya çıkmıştır. Giderilen kavram yanlışlarının yanında, deney grubunda 19 yeni kavram yanlışının olduğu tespit edilmiştir. Her iki gruptan elde edilen veriler kıyaslandığında, deney grubunda, kontrol grubuna göre daha fazla sayıda kavram yanlışının giderildiği ve daha az sayıda yeni kavram yanlışının olduğu belirlenmiştir.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'ne verilen cevaplar her soru için tek tek incelendiğinde, soruların büyük çoğunluğunda deney grubundaki öğrenciler kavram yanlışlarını giderme konusunda kontrol grubundaki öğrencilere göre daha başarılı olmuşlardır.

### **5.2.5. Kuvvet Ve Hareket Konusuyla İlgili Belirlenen Kavram Yanlışlarının Ontolojik Kategorilere Göre Değerlendirilmesi**

Araştırmanın amaçlarından biri de, Kuvvet ve Hareket konusunda yer alan kavramlarla ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenerek, bunların ontolojik açıdan değerlendirilmesidir. Bu amaçla, öğrencilerin KHKKT sorularına verdikleri yanıtlar, ontolojik kategorilere göre sınıflandırılmış ve kavram yanlışlarının oluşum nedenleri irdelenmiştir. Buna göre, belirlenen her kavram yanlışının temeli, madde (doğal- canlı/cansız, yapay), süreç (işlem, olay- kasıtlı/rastgele, sınırlı etkileşim) gibi farklı ontolojik kategorilerden birine yanlış yerleştirmeden kaynaklanmaktadır. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının taşıdıkları ontolojik özellikler değerlendirilerek, hangi kategoriye yanlış yerleştirildikleri belirlenmiştir. Örneğin,

belirlenen kavrama renk, kütle, hacim, depolanabilme, biriktirilebilme, tükenme gibi ontolojik özellikler yüklenmişse, bu kavramın madde kategorisi içerisine yerleştirildiği anlaşılmıştır. Yirmibeş sorudan oluşan KHKKT'nin onbir adet sorusunda (3, 4, 6, 7, 8, 11, 13, 16, 18, 20, 23 numaralı sorular) madde kategorisine yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarına rastlanmıştır. Madde (doğal tür - canlı/cansız) kategorisine yerleştirildiği belirlenen kavram yanlışlarından bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Sadece canlı cisimler kuvvet uygular, pasif olanlar (sandık, masa) kuvvet uygulamaz.
- Sadece canlı varlıkların enerjisi vardır.
- Kuvvetler cisimler arasındaki ilişkiyi açıklamaktan ziyade cisimlerin bir özelliğidir.
- Hareket eden veya duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler.
- İtici bir kuvvet cismin parçası haline gelir.
- Hareket eden cismin içinde onun hareketinin devam etmesini sağlayan bir kuvvet vardır.
- Kuvvet kullanılıp tükenebilir.
- Hareket eden bir cisim, kuvvet kullanılıp bittiği zaman durur.
- Enerji kullanılır, azalır veya tükenir.

Kuvvete kullanılıp tükenebilme, bir cismin parçası haline gelme gibi özellikler yüklendiğinden, bu yanlışlarda kuvvetin maddeselleştirildiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde, enerjinin kullanılıp, tükenebileceğinin ve sadece canlıların enerjiye sahip olduğunun belirtildiği kavram yanlışlarında yine enerji kavramına maddesel özellikler yüklendiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada belirlenen, yukarıda sıralanan kavram yanlışlarının, yapılan literatür taraması sonucunda (Halloun vd., 1985a, 1985b; Yıldız ve Büyükkasap, 2006; Türker, 2009; Güneş, 2011; Project Galileo, 1998; Reiner, Slotta vd., 2000; McCloskey, 1983a; Fishbein vd., 1988; Kuru ve Güneş, 2005; Turgut vd., 2007, 2011; Demir vd., 2012; Viennot, 1979; Clement, 1982; Osborne, 1985; Ioannides vd., 2001; Watts, 1983a; Twigger vd., 1994; Trumper ve Gorsky, 1996; Güneş, 2007a, 2007b) araştırmalarında da bu kavram yanlışlarına rastladıkları görülmüştür.

Araştırmada tespit edilen kavram yanlışlarının yer aldığı ikinci ontolojik kategori ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden olan işlem kategorisidir. Kavramlar arasında oran, orantı, sıralama, büyüklük, küçüklük ilişkilerinin kurulması, bu kavramların işlem kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir. KHKKT'nin onbir adet sorusunda (4, 5, 7, 8, 11, 14, 15, 19, 20, 21 ve 25 numaralı sorular) işlem kategorisine yerleştirildiği tespit edilen kavram yanlışlarına rastlanmıştır. Bu kavram yanlışlarından bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Bir cisme uygulanan kuvvet ile cismin hızı doğru orantılıdır. (Champagne vd, 1980; Kuru ve Güneş, 2005; Soner, 2006),
- Sabit hız sabit kuvvet gerektirir. (Champagne vd, 1980; Gilbert ve Watts, 1983; diSessa, 1983; Halloun vd., 1985a, 1985b; Hapkiewicz, 1999; Minstrell, 2001; Kuru ve Güneş, 2005; Soner, 2006; Turgut vd., 2011; Demir vd., 2012)
- Cismin yavaşlamasının sebebi, hareketi sağlayan kuvvetin azalmasıdır. (Watts vd., 1981; Clement, 1982; AAAS Project 2061, 1990, 1993)
- Cismin yavaşlamasının sebebi, harekete karşı koyan kuvvetin artmasıdır. (AAAS Project 2061, 1990, 1993)
- Harcanan enerji fazla ise yapılan iş de fazladır. (Avcı vd., 2012)
- Kuvvet ve hareketin doğrultularına dikkat edilmeksizin, daha çok kuvvet uygulayan veya daha çok yol alan daha çok iş yapmıştır. (Avcı vd., 2012)
- Yatay zemin üzerinde bulunan cismin ağırlığı, zeminin tepki kuvvetinden büyüktür. (Kuru ve Güneş, 2005)

Yukarıda sıralanan, işlem kategorisine yerleştirildiği belirlenen kavram yanlışlarına bakıldığında, bunların ortak özelliği, kavramların arasında bir sıralama veya orantı ilişkisi bulunmasıdır. Örneğin, kuvvet ile hız kavramları arasında doğrudan bağlantı kurulmuştur. Sabit kuvvet uygulandığında cismin sabit hızda olacağı, kuvvet artarsa hızın da artacağı veya kuvvet azalırsa hızın da azalacağı yönündeki ifadeler iki kavram arasında doğru orantılı bir ilişki olduğunun düşünüldüğünü göstermektedir. Burada bahsedilen kavramlar işlemsel olarak ifade edildiğinden, bu kavram yanlışlarının işlem kategorisine yerleştirildikleri anlaşılmaktadır.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde belirlenen kavram yanlışlarının üçüncü kaynağı ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan olay kategorisine

yerleştirmeden kaynaklanmaktadır. Olay kategorisine yerleştirilen kavramlarda neden-sonuç ilişkisi vardır. Belli bir zaman diliminde, belli şartlar sağlandığında gerçekleşirler. Olaylar alt bileşenlerine parçalanabilir ve alt olaylar belli bir sıraya göre gerçekleşirler. KHKKT'ne verilen cevaplar incelendiğinde, bu ontolojik özelliklere sahip kavram yanılgıları, testin onaltı adet sorusunda (1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 20, 22, 23, 25 numaralı sorular) tespit edilmiştir. Literatürde yer alan birçok araştırmada da, bu çalışmadakine benzer bulgulara rastlanmıştır. Olay kategorisine yerleştirilen kavram yanılgıları kasıtlı olay ve rastgele olay olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Kasıtlı olay kategorisine yerleştirildiği belirlenen kavram yanılgılarından bazıları şunlardır:

- Cisimler yan yana geldikleri anda hızları eşittir. (Minstrell, 2001; Güneş, 2011)
- Hareket varsa, kuvvet de vardı. (Clement, 1982; Gilbert ve Watts, 1983; diSessa, 1983; Halloun vd., 1985a, 1985b; Trumper ve Gorsky, 1996; Hapkiewicz, 1999; Minstrell, 2001; Ioannides vd., 2001; Kuru ve Güneş, 2005; Türker, 2009; Turgut vd., 2011; Demir vd., 2012)
- Kuvvet yoksa, hareket de yoktur. (Champagne vd, 1980; Halloun vd., 1985a)
- Ağır cisimler daha çabuk düşer. (Soner, 2006; Güneş, 2011)
- Cisimlerin çarpışması sırasında, kütlesi daha fazla olan veya daha hızlı olan, diğerine daha büyük kuvvet uygular. (Hapkiewicz, 1992; Ioannides vd., 2001; Kuru ve Güneş, 2005; Soner, 2006; Yıldız, 2008, 2003; Güneş, 2011)

Yukarıda sıralanan yanılgılarda, kavramlar kasıtlı olarak gerçekleşen olaylarla ilişkilendirilmişlerdir. Örneğin iki cismin hareketleri sırasında yan yana geldikleri anda hızlarının da eşit olacağı belirtilmiştir.

Rastgele olay kategorisine yerleştirilen kavram yanılgılarında ise olaylar tesadüfi sebeplerle açıklanır ve tahmin edilmesi zordur. Rastgele olay kategorisine yerleştirilen kavram yanılgılarına aşağıdaki örnekler verilebilir:

- Günlük hayatta yapılan her türlü aktivite iştir. (Palut, 2006; Aydoğmuş, 2008; Pastırmacı, 2011)
- Aynı yükseklikten serbest bırakılan farklı kütlelerdeki cisimlerin hangisinin daha önce yere varacağı bilinemez.

Bu yanılgıda iş kavramı, günlük hayatta yapılan herhangi aktivite olarak tanımlanmıştır. İş kavramı bilimsel olarak açıklanamamış, günlük hayatta yapılabilecek, enerji harcanan

rastgele olaylar olarak açıklanmıştır. İş kavramının tanımı belli bir şarta dayandırılmamış, tesadüfi bir olay olarak tanımlanmıştır. Bu sebeple bu kavramın süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan rastgele olay kategorisine yanlış yerleştirildiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde, farklı kütlelerdeki cisimlerin serbest düşme hareketinde hangisinin yere daha önce varacağı hakkında bir yorum yapılamayacağı yanılgısı da, kavramın rastgele olay kategorisine yerleştirildiğini göstermektedir.

KHKKT'nde belirlenen kavram yanılığlarının dördüncü ve son kaynağı ise süreç kategorisinin alt kategorilerinden biri olan sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirmekten kaynaklanmaktadır. 'Olay' kategorisi ile 'sınırlı etkileşim' kategorisinin ontolojik özellikleri arasında belirgin farklılıklar vardır. Örneğin olay kategorisinde kavramların, belli bir nedeni, başlangıcı ve sonu varken, sınırlı etkileşim kategorisinde bu özellikler yoktur. Sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirilen kavramlar, durağan olma, devamlı olma, dengede olma, tek düze olma gibi ontolojik özelliklere sahiptirler. KHKKT'ne öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, testin 8 ve 18. sorularında kavramların sınırlı etkileşim kategorisine yerleştirilmesinden kaynaklanan kavram yanılığlarına rastlanmıştır. Örneğin, KHKKT'nin sekizinci sorusunda yer alan maddede, kuvvetin cisimler arasındaki sınırlı etkileşim sonucu oluştuğu kabul edilerek, kuvvet uygulanmasına rağmen hareket etmeyen bir cisme itme kuvveti, yerçekimi kuvveti ve tepki kuvvetinin etkilediği fakat sürtünme kuvvetinin etkilemediği belirtilmiştir. Bu yanılığa sahip öğrenciler, sürtünme kuvvetinin sadece hareket halinde etkilediğini düşünmektedirler. Durağan nesnelere sürtünme kuvvetinin etkilemediğini belirtmektedirler. Yani cismin hareket etmesi ile sürtünme kuvvetinin etkimesi arasında ilişki kurmuşlardır. Sürtünme kuvvetinin, cisim ile yüzey arasındaki sınırlı etkileşim sonucu oluştuğunu doğru şekilde açıklayamamışlardır.

#### **5.2.6. Geleneksel ve Animasyon Destekli Öğretim Yöntemlerinin, Kavramların Temel Ontolojik Kategorilere Yerleştirilmesinden Kaynaklanan Kavram Yanılıklarını Gidermedeki Etkilerinin Karşılaştırılması**

Yapılan araştırmada, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubunda ve animasyon destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubunda, "Kuvvet ve Hareket" konusuyla ilgili belirlenen kavram yanılıklarının ontolojik temeli araştırıldığında, bu yanılıkların madde ve süreç kategorileri olmak üzere iki temel



kategoriye yerleştirildikleri anlaşılmıştır. Bu çalışmada, üçüncü temel kategori olan zihinsel durumlar kategorisine yerleştirildiği belirlenen kavram yanlışına rastlanmamıştır.

Kontrol grubunda yürütülen çalışmada, ön testte toplam 500 adet kavram yanlışlığı belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlarının 100'ü yapılan öğretim sonucunda giderilmiştir. Yani kontrol grubunda kavram yanlışlarının giderilme oranı %20 olarak belirlenmiştir. Deney grubunda ise, ön testte belirlenen 485 adet kavram yanlışlığının, 157'sinin yapılan öğretim sonucunda giderildiği belirlenmiştir. Deney grubunda belirlenen kavram yanlışlarının giderilme oranı %32,16 olarak bulunmuştur. İki grubun kavram yanlışlarının giderilme oranları kıyaslandığında, deney grubunda kontrol grubuna göre çok daha büyük bir başarı elde edilmiştir.

Kontrol ve deney grubunda belirlenen kavram yanlışlarının, madde ve süreç ontolojik kategorilere dağılımı incelenmiştir. Kontrol grubunda belirlenen 500 kavram yanlışlığının 71'inin madde kategorisine yerleştirmekten, 423'ünün ise süreç kategorisine yerleştirmeden kaynaklandığı belirlenmiştir. Deney grubunda belirlenen 485 kavram yanlışlığının 69'unun madde kategorisine, 409'unun ise süreç kategorisine yerleştirmeden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Kontrol grubunda madde kategorisine yerleştirilen 71 kavram yanlışlığının 19'u yani %26,76'sı yapılan öğretim sonucunda giderilebilmiştir. Deney grubunda ise madde kategorisine yerleştirilen 69 kavram yanlışlığının ise 21'i, yani %30,43'ü giderilebilmiştir. Süreç kategorisine yerleştirilen kavram yanlışlarının giderilme oranları kıyaslandığında ise, kontrol grubunda belirlenen 423 kavram yanlışlığının 78'inin yani %18,44'ünün, deney grubunda ise belirlenen 409 kavram yanlışlığının 136'sının yani %33,25'inin yapılan öğretim sonucunda giderilebildiği gözlenmiştir.

Kontrol ve deney gruplarında süreç ve madde kategorilerinde giderilen kavram yanlışları mukayese edildiğinde, uygulamada kullanılan her iki yöntemin madde kategorisindeki kavram yanlışlarını gidermede benzer etkide olduğu söylenebilir. Ancak süreç kategorisindeki kavram yanlışlarının giderilmesinde animasyon destekli öğretimin bu kategorideki yanlışları gidermede daha etkili olduğu sonucuna varılabilir. Bu durum, animasyonların öğretim sürecinde kullanılması ile, olay ve süreç gibi soyut kavramların dinamik olarak görselleştirilerek, kavramsallaştırılmalarına olanak

sağlandığı şeklinde açıklanabilmektedir. Geleneksel olarak yürütülen öğretim çalışmalarının madde kategorisine yerleştirilen kavram yanlışlarını gidermede etkili olurken, süreçle ilgili olan soyut kavramların öğretilmesinde yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Animasyonların olayları ve süreçleri görselleştirebilme özelliği sayesinde deney grubundaki öğrenciler soyut kavramları daha kolay anlayabilmişler ve süreç kategorisinde yer alan kavram yanlışlarını, kontrol grubuna göre daha yüksek oranda giderebilmişlerdir.

Bulunan kavram yanlışları, araştırma sürecinde ontolojik açıdan değerlendirilmiştir ve bu kavram yanlışlarının oluşma nedenleri hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı açıklanmıştır. Bu şekilde kavram yanlışlarının ontolojik analizi yapılarak, kavram yanlışlarının neden oluştuğunu da açıklamak kolaylaşmaktadır. Bu sayede oluşması muhtemel kavram yanlışlarının da oluşmasının önüne geçmek mümkün olabilecektir. Çünkü öğretmenler öğrencilerin genellikle hangi kavramları yanlış kategorize ettiklerini ve nerede hata yaptıkları konusunda daha çok bilgi sahibi olabilecekler ve sorunlara anında müdahale edebileceklerdir. Kavram yanlışlarının ontolojik nedenlerini bilen öğretmenler, öğretim sürecini daha etkili şekilde planlayabilecekler ve öğrencilerin daha iyi öğrenmelerini sağlayabileceklerdir. Bu nedenlerden ötürü kavram yanlışlarının oluşum nedenlerinin bilinmesi ve sorunun temelini inilmesi önemlidir. Sorun ne kadar iyi tespit edilirse, çözüm şekli de o kadar kolay bulunabilecektir.

### **5.2.7. Geleneksel ve Animasyon Destekli Öğretim Yöntemlerinin, Kavramların Yanal ve Üst Ontolojik Kategorilere Yerleştirilmesinden Kaynaklanan Kavram Yanlışlarını Gidermedeki Etkilerinin Karşılaştırılması**

Araştırmada belirlenen kavram yanlışlarının temelinde iki dayanak bulunmaktadır. Birincisi kavramın aynı ontolojik kategori içerisindeki yanal bir kategoriye yerleştirilmesi, ikincisi ise farklı bir üst kategoriye yerleştirilmesidir. Belirlenen kavram yanlışları ontolojik açıdan değerlendirildiğinde ve iki gruptaki değişim oranları kıyaslandığında, kontrol grubunda üst ontolojik kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlarının %23,94 oranında giderilebildiği, deney grubunda ise %39,23 oranında giderilebildiği görülmüştür. Deney grubunda üst ontolojik kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlarının giderilme oranı kontrol grubunun 1,5 katından daha fazladır. Üst ontolojik kategoriye yerleştirilen bir kavrama, o kategoriye özgü farklı özellikler

atandığından, bu yanlışların giderilmesi yanal kategoriye yerleştirilenlere kıyasla daha zordur. Buna rağmen deney grubunda yüksek bir başarı elde edildiği görülmüştür. Soyut kavramların görselleştirilerek somut hale getirildiği animasyonların kullanımı bu durumda etkili olmuştur. Bu sayede öğrenciler kavramları zihinlerinde daha kolay canlandırabilmiş ve kavramların farklı özelliklerini algılayabilmişlerdir. Geleneksel yönetime dayalı öğretimde ise öğrenciler bazı kavram yanlışlarının farkına varamadıklarından, onları düzeltmeyi de başaramamışlardır.

Yanal kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlarının giderilme oranlarına bakıldığında ise, kontrol grubunda %15,77 oranında, deney grubunda ise %24,44 oranında kavram yanlışlarının giderildiği görülmüştür. Yanal kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlarının giderilmesinde de deney grubunun kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir. Animasyon destekli öğretim yöntemi ile geleneksel öğretim yönteminin yanal kategoriye yerleştirilen kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkileri kıyaslandığında, deney grubunda kontrol grubuna oranla yaklaşık 1,5 kat daha başarılı olduğu görülmüştür. Hem üst, hem de yanal ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışlarının giderilmesinde, animasyon destekli öğretimin geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### **5.3. Öneriler**

Bu çalışmadan elde edilen deneyimler ışığında, çalışmanın güçlü ve zayıf yönleri göz önünde bulundurularak; uygulayıcılara, araştırmacılara, öğretim materyali ve öğretim programı geliştireceklere aşağıdaki öneriler getirilebilir:

#### **5.3.1. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler**

Öğrencilere yeni kavramlar öğretmeye başlamadan önce, öğrencilerin konu ile ilgili önceden oluşturdukları şemalarının farkına varmak gerekir. Öğrencilerin zihinlerinde mevcut olan kavramsal yapı hakkında bilgi sahibi olabilirsek, var olan kavram yanlışlarını daha kolay tespit edebilir ve bunlara daha kısa sürede müdahale edebiliriz. Düzeltilmeyen kavram yanlışları zihinlerde kalıplaşmış olarak kalacak ve düzeltilmesi gün geçtikçe zorlaşacaktır. Bu sebeple ön bilgilerin yoklanması ve varsa hatalı bilgilerin düzeltilmesi, eğitimin sağlıklı şekilde devam edebilmesi açısından önemlidir.

Bu çalışmada, geleneksel öğretim ve animasyon destekli öğretim yöntemlerinin, öğrencilerin kavramsal değişimi gerçekleştirebilmesindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada animasyon destekli öğretim kullanılmasına karar verildiğinde, öğrencilerin hepsinin bireysel olarak bilgisayar kullanarak, etkileşimli animasyonları kendi hızlarına göre istedikleri kadar izleyebilecekleri, oradaki soru-cevap, oyun vs. etkinliklerine katılabilecekleri bir öğretim ortamı tasarlanmıştır. Fakat uygulamanın gerçekleştirildiği okulda bilgisayar laboratuvarı bulunmadığından, uygulama sınıf ortamında, akıllı tahta kullanılarak tek bilgisayar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin her birinin bilgisayar kullanma fırsatı olursa, öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının artacağı ve bireysel hızlarına göre istedikleri kadar tekrar yaparak, konuyu daha iyi anlayacakları düşünülmektedir. Bu yüzden, herkesin bireysel olarak bilgisayar kullanabileceği bilgisayar laboratuvarında uygulama gerçekleştirildiği takdirde, daha etkili sonuçlar elde edilebilir. Hatta eğer imkan varsa, öğrencilerin tablet bilgisayarlarına yüklenerek de uygulama gerçekleştirilebilir.

Uygulama sonucunda, öğrencilerde genel itibariyle kavramsal değişimin gerçekleştiği gözlenmesine rağmen, bazı öğrencilerin uygulama sonunda yeni kavram yanlışları oluşturdukları da belirlenmiştir. Buradan, bazı etkinliklerin istenilen sonuca ulaştırmadığı, hatta bazı durumlarda öğrencilerin kavram karmaşalarının daha da arttığı söylenebilmektedir. Bu duruma engel olabilmek amacıyla, yapılan etkinliklerin üzerinde durulmalı, bazı düşüncelerin neden hatalı olduğu ve nasıl düzeltilebileceği iyice vurgulanmalıdır. Bunlar yapılmadığı takdirde, bazı durumlarda öğrenciler hatalı düşünce yapısına sahip olduğunun bile farkına varamamakta ve bunu düzeltme gereği de duymamaktadırlar. Mevcut kavram yanlışlarının düzeltilmesi ve yeni kavram yanlışlarının oluşmasına engel olabilmek için öğretmen rehber olmalıdır ve öğrencileri doğru şekilde yönlendirmelidir. Öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını yüksek tutmalarına yardımcı olmak, onların başarılarını olumlu şekilde etkileyecektir.

Bu çalışmada kullanılmak üzere fazla sayıda animasyon hazırlanmıştır. Bu kadar fazla sayıdaki etkinliği kısa sürede yapmaya çalışmak, bazı animasyonların istenilen etkiyi oluşturamamasına sebep olmuştur. Bu yüzden, animasyonlar arasında en nitelikli olanların seçilerek, üzerinde daha fazla durulması daha etkili sonuçlar oluşturacaktır. Öğrencilerin kendi sahip oldukları kavramlarla, bilimsel olarak doğru kabul edilen

kavramları karşılaştırabilmeleri için onlara yeterli süre sağlanmalıdır. Bu sayede kavram yanlışlarının farkına varabilir ve zihinlerinde yeni kavramlar oluşturabilirler.

Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde yer alan soruların sayısının fazla olması ve metinlerin uzun olması öğrencileri zorlamıştır. Bu sebeple soru sayısının azaltılması, cümlelerin kısaltılması veya testin iki ders saatinde uygulanabilecek şekilde bölünmesi testin daha kullanışlı olmasını sağlayacaktır.

Kavram yanlışlarının oluşmasında, öğretmen ve öğrenci faktörleri, ders kitabı, öğrenme ortamı ve sosyal çevre faktörleri gibi çok çeşitli etken etkili olmaktadır (Bahar, 2006; Nahum vd., 2004). Bu sebeple öğretmenlerin ve öğretim materyali tasarlayanların bu durumdan haberdar olarak, öğrencilerin olası kavram yanlışlarını dikkate alarak, kavram yanlışlığı oluşmasına sebep olabilecek analogi, model, şekil ve ifadelerin kullanımından kaçınmaları gerekmektedir. Kitaplarda yer alan ve öğretmenlerin kullandıkları ifadeler, öğrencilerin doğru bağlantılar kurmalarına yardımcı olacak nitelikte olmalıdır. Aksi takdirde yapılan öğretim, yeni kavram yanlışlarının oluşmasına sebep olabilmektedir.

Öğrencilerin fen konularıyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeye ve bunları farklı yöntemlerle gidermeye yönelik birçok araştırma yapılmış olmasına rağmen, kavram yanlışlarını ontolojik boyutta değerlendirerek, kavramsal değişime farklı bir bakış açısı kazandıran Chi (1993)'nin yaklaşımından yararlanılan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Chi (1993) kavram yanlışlığını, kavramın ait olduğu ontolojik kategori yerine, başka bir ontolojik kategoriye yanlış yerleştirilmesi olarak tanımlamıştır. Kavramsal değişimi ise, kavramın yanlış ontolojik kategoriden alınıp, doğru ontolojik kategoriye yerleştirilmesi şeklinde açıklamıştır. Kavram yanlışlarının, Chi (1993)'nin öne sürdüğü ontolojik kategorilere göre değerlendirildiği çalışmalar arasında; Sanmarti, Izquierdo ve Watson (1995), Watson, Prieto ve Dillon (1997), Soman (2000), Özalp (2008), Özalp ve Kahveci (2011), Kahveci ve Özalp (2009, 2011), Şen ve Yılmaz (2012), Park ve Oh (2013), Sarı (2014), Akgün ve Gülmez (2015), Topalsan (2015), Topalsan ve Bayram (2017, 2019)'ın araştırmaları bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda hangi kavramların, hangi kategorilere yanlış yerleştirildikleri araştırılmıştır ve belirlenen bu kavram yanlışları çeşitli yollarla giderilmeye çalışılmıştır. Öğretmenlerin, öğrencilerin sahip olabilecekleri olası kavram yanlışları

hakkında fikir sahibi olmaları, kavram yanlışları daha oluşmadan müdahale edebilmeleri açısından önemlidir. Ayrıca ontolojik kategoriler hakkında bilgi sahibi olan öğretmen, kavram yanlışları tespit ettiği durumda, nasıl davranması gerektiğini, kavram yanlışlarının neden oluştuğunu ve nasıl giderilebileceğini daha kolay yorumlar. Bir kavram, bir kategoriye yerleştirildiğinde, o kategorinin tüm özelliklerine sahip olur. Bu yüzden, yanlış kategorileştirmenin önüne geçebilmek için, kategoriler arasındaki farklılıkların iyi anlaşılması gerekmektedir. Öğrencilerin bu kategoriler arasındaki farklılıkları daha iyi kavrayabilmeleri için öğretmenler onlara rehberlik edebilir ve ontolojik kategorilerin özellikleri hakkında onlara bilgi verebilirler.

### **5.3.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler**

Bu çalışmada, ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin, Kuvvet ve Hareket konusunda yer alan temel fizik kavramları ile ilgili kavramsal değişimleri incelenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, kavramsal değişim sürecinin nasıl gerçekleştiğine dair daha fazla bulguya sahip olmak amacıyla, öğrencilere sözlü sorular yöneltiler ve öğrencilerin yapılan öğretim sonucunda kavramlarla ilgili neden farklı düşünmeye başladıkları sorgulanabilir. Böylelikle öğrencilerin kavramsal değişim süreçleri hakkında daha fazla bilgi sahibi olunabilir. Yapılan öğretim sonucunda öğrencilerin yeni kavram yanlışları geliştirdikleri saptanmışsa, bunun nedenleri daha detaylı bir şekilde araştırılabilir. Animasyonların farklı şekilde yorumlanmasına yol açan görüntüler belirlenmişse, bunlarda değişiklik ve düzeltmeler yapılabilir.

Araştırmada, öğrencilerin Kuvvet ve Hareket konusyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarının oluşum sebepleri ontoloji temelinde incelenmiştir. Kavram yanlışlarının, hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı belirlenerek, sorunun temelinde inilmiştir. Kavram yanlışlarının oluşum sebeplerinin doğru şekilde teşhis edilmesi, onların giderilmesi için uygun öğretim yönteminin belirlenerek, sürecin doğru yönetilebilmesi açısından önemlidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, bu çalışma, kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi ile ilgili yapılan araştırmalara farklı bir boyut kazandırmıştır. Yapılacak diğer çalışmalarda, Ortaokul Fen Bilgisi Öğretim programında yer alan diğer konularla ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları ontoloji temelinde değerlendirilebilir ve kavram yanlışlarının oluşum sebeplerinin hangi ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandıkları

araştırılabilir. Uygulanan farklı öğretim yöntemlerinin bu yanılgıların giderilmesindeki etkisi araştırılabilir.

Bu çalışmada, Kuvvet ve Hareket konusuyla ilgili belirlenen kavram yanılgıları, geleneksel ve animasyon destekli öğretim yöntemleriyle giderilmeye çalışılmıştır. Kuvvet ve hareket konusunda yer alan kavramları öğretmede ve belirlenen kavram yanılgılarını gidermede kullanılacak animasyonlar çeşitlendirilebilir. Aynı kavramlar farklı animasyonlarla tekrar açıklanabilir, böylelikle kavramların öğrencilerin zihinlerinde doğru şekilde kategorilendirilmesine yardımcı olunabilir.

Bu çalışmada, iki farklı öğretim yönteminin (geleneksel ve animasyon destekli) ontolojik olarak belirlenen kavram yanılgılarının giderilmesindeki etkisi araştırılmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, bu yanılgıları gidermeye yönelik farklı öğretim yöntem ve teknikleri (analoji, argümantasyon, deney temelli, kavram haritası destekli, kavramsal değişim metinleri gibi) kullanılabilir. Bu şekilde kullanılan farklı yöntemlerin, hangi ontolojik kategoriye yerleştirilen kavram yanılgılarını gidermede daha etkili oldukları karşılaştırılabilir. Bu çalışmalardan elde edilecek bulgular ışığında öğretmenler, belirledikleri kavram yanılgılarını giderebilmek için en uygun ortamı sağlayabilmek adına hangi öğretim yöntem veya tekniğini kullanmalarının daha uygun olacağına karar verebilirler.

Yapılan bu çalışmada uygulanan "Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi" ve "Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi", uygulama yapıldıktan 6 ay sonra veya 1 yıl sonra aynı çalışma gruplarına tekrar uygulanabilir ve öğrencilerin öğrendikleri kavramların kalıcı olup olmadığı araştırılabilir. Öğrencilerin test-tekrar test sonuçları karşılaştırılarak kavramı hatırlama düzeyleri belirlenebilir. Bu sayede geleneksel ve animasyon destekli öğretim çalışmalarının, kontrol ve deney grubu öğrencilerinin kavram öğrenme düzeylerindeki etkisine ilişkin bulguların kalıcı olup olmadığı araştırılabilir. Hatta çalışmada kullanılan testler birer yıl arayla aynı örneklem grubuna tekrar uygulanabilir. Aynı öğrencilerin farklı sınıf seviyelerindeki başarıları karşılaştırılarak, boylamsal bir çalışma yapılabilir. Öğrencilerin farklı zamanlarda verdikleri cevaplar karşılaştırılarak, fikirlerindeki değişimin nasıl gerçekleştiği araştırılabilir. Öğrencilerin farklı sınıf seviyelerinde sahip oldukları kavram yanılgılarının nasıl değiştiği ile ilgili bir çıkarım yapılabilir.

Aynı çalışma 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin katıldığı farklı gruplarda eş zamanlı olarak yürütülebilir. Uygulamadan elde edilen sonuçların karşılaştırılmasıyla, hangi sınıf seviyesinde hangi kavram yanlışlarının ağırlıklı olarak bulunduğu araştırılabilir. Hangi sınıf seviyesinde hangi ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklı kavram yanlışlarının mevcut olduğu araştırılabilir. Böylelikle, sınıf seviyesi ile kavram yanlışlarının bulunduğu ontolojik kategoriler arasında bir ilişki bulunmaya çalışılabilir. Ayrıca farklı sınıf seviyelerinde gerçekleşen kavramsal değişimler karşılaştırılabilir.

Bu çalışmada, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının nedenlerini araştırmak için iki aşamalı test soruları kullanılmıştır. Bu soruların birinci aşamasında öğrencilerin konu ile ilgili bilgi seviyeleri ölçülürken, ikinci aşamasında kavramla ilgili oluşturdukları düşünce yapıları araştırılmıştır. Bu sorular sayesinde bazı öğrencilerin soruyu doğru cevaplamalarına rağmen, ikinci aşamayı yanlış cevapladıkları görülmüş ve kavramı yanlış ontolojik kategoriye yerleştirmekten kaynaklı kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Bu durum da, sorunun doğru cevaplanmış olduğu durumlarda bile anlamlı öğrenmenin tam olarak gerçekleşmemiş olabileceğini göstermektedir. Öğrencilerin kavramı doğru yerleştirememekten kaynaklı yanlışlara sahip olabileceğini ve bu durumun ileride daha büyük sorunlara sebep olabileceğini göstermektedir. İki aşamalı sorular, konuyla ilgili anlamlı öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini belirlemede önemli bir ölçme aracıdır. Çünkü bu sorularda, tam anlamının gerçekleştiğinin belirlenebilmesi için, verilen cevabın nedeninin de açıklanması gerekmektedir. Eğer sorular tek aşamadan oluşsaydı, öğrencilerin nasıl düşünerek o cevabı verdikleri anlaşılmayacaktı ve kavramı anlamlı olarak öğrenip öğrenmedikleri belirlenemeyecekti. Verilen cevabın ezbere dayalı olup olmadığı, cevabın nedenleri ile birlikte açıklanmasıyla ortaya çıkar. Aynı zamanda bu tarz iki aşamalı sorular, şans faktörünün etkisini de azalttığı için tercih edilebilmektedir. Bu sebeplerden ötürü, daha sonra yapılacak çalışmalarda, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeyi ve bunların nedenlerini araştırmayı planlayan araştırmacılara, ölçme aracı olarak iki aşamalı testleri tercih etmeleri önerilmektedir. Bu çalışmada olduğu gibi, kavram yanlışlarının ontolojik nedenlerinin araştırıldığı çalışmalarda kullanılacak iki aşamalı testlerin, bizzat araştırmacı tarafından geliştirilmesi, kavramsal değişimin ontolojik boyutta değerlendirilmesine farklı bir bakış açısı kazandıracaktır.



Çalışmanın hazırlık sürecinde yürütülen literatür taramasında, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını giderebilmek için kullanılacak mevcut animasyon etkinliklerinin yeterli olmadığı fark edilmiştir. Çeşitli kaynaklardan ulaşılan animasyon, sanal deney, oyun gibi etkinliklerin çoğunun yabancı dilde oluşturuldukları görülmüştür. Yerli yapım uygulamaların yeterli düzeyde olmadığı fark edilince, araştırmanın amacına uygun animasyonların araştırmacı tarafından geliştirilmesine karar verilmiştir. Geliştirilen eğitici uygulamaların sayısının ve kalitesinin artması açısından, eğitimcilerin ihtiyaca uygun olarak yeni uygulamalar geliştirmesi önerilmektedir. Eğitimde kullanılmak üzere hazırlanan uygulamaların genellikle bilgisayar programcıları tarafından hazırlandığı bilinmektedir. Uygulamayı geliştiren programcıların sahip oldukları bilimsel bilgide eksiklikler varsa veya onların da kavram yanlışları varsa, bu durum ürettikleri uygulamaya da yansımaktadır. Bu sebeplerden ötürü, bilimsel konulara hakim ve öğretim stratejilerini bilen eğitimcilerin, eğitsel uygulamaları geliştirmeye yönelmeleri, bu konudaki eksikliği gidermeye yardımcı olacaktır. Geliştirilen yeni animasyon ve uygulamaların, fen eğitiminde teknolojiden yararlanmak isteyen diğer araştırmacılara ilham kaynağı olacağı gibi, bu konuda sahip olunan dijital kütüphanenin de zenginleşmesine sebep olacaktır.

### **5.3.3. Öğretim Materyali Geliştireceklere Öneriler**

Araştırmanın sonuçları incelendiğinde, öğrencilerin Kuvvet ve Hareket konusuyla ilgili birçok kavram yanlışına sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Oluşan kavram yanlışları öğretmen, aile veya sosyal çevre kaynaklı olabileceği gibi, kullanılan öğretim materyali kaynaklı da olabilmektedir. Ders kitaplarındaki anlatım şekli, kullanılan görseller ve analogiler de yeni kavram yanlışlarının oluşmasına sebep olabilmektedir. Bu yüzden, ders kitaplarında kullanılan ifadeler, mümkün olduğunca yanlış anlamalara fırsat vermeyecek tarzda olmalıdır. Öğretmenlerin de derslerde yanlışlığa sebep olacak ifadelerden kaçınmaları uygun olacaktır. Kuvvet ve Hareket konusu, fen bilimleri dersinin temel konuları arasında yer almaktadır. Eğer öğrenci kuvvet ve hareket konusuyla ilgili kavram yanlışlarını düzeltmeden, başka konuları öğrenmeye çalışırsa, diğer konuları da bu yanlışlarla bağlantılı olarak öğrenecektir. Yanlışlar zihinlerinde gittikçe derinleşecek ve düzeltilmesi gittikçe zorlaşacaktır. Bu durumun sonucunda başka sorunlarla karşılaşılacak ve yeni kavram yanlışları oluşacaktır. Bu yüzden,

kavram yanlışlarının en kısa sürede fark edilip düzeltme yoluna gidilmesi önemlidir. Öğretmenlere ve öğretim materyali hazırlayanlara bu konuda büyük görev düşmektedir. Kullanılan öğretim yöntemleri, kavram yanlışlarını önleyecek şekilde düzenlenmelidir.

Öğrencilerin anlamakta zorlandıkları soyut fen kavramları animasyon, simülasyon, sanal oyun tarzı uygulamalarla daha etkili şekilde öğrenilebilmektedir. Bu uygulamalar kavramları somutlaştırdığından, öğrenmeyi de kolaylaştırmaktadır (Ünal vd., 2004; Şen, 2001). Ülkemizde bu amaçla geliştirilen öğretim materyallerinin sayıca oldukça az olduğu ve birçoğunun da alan bilgisi açısından yetersiz olduğu görülmektedir (Çepni vd., 2006; Karataş, 2003). Bu konudaki eksikliği bir nebze olsun giderebilmek amacıyla, bu çalışmada kuvvet ve hareket konusuyla ilgili farklı animasyon uygulamaları geliştirilmiştir. Bu çalışmaların, konuyla ilgilenen öğretmenler için ilham kaynağı olması ve öğrencilerin eğlenerek öğrenebilecekleri farklı öğretim materyalleri geliştirme düşüncelerinde teşvik edici olması umulmaktadır. Öğrencilerin bilimsel kavramları etkili şekilde öğrenebilecekleri kaliteli yazılımlar geliştirilebilmesi açısından uzman görüşlerinden yararlanmak uygun olacaktır.

#### **5.3.4. Öğretim Programı Geliştireceklere Öneriler**

Bu çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket konusuyla ilgili sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiş ve bunların ontolojik nedenleri açıklanmaya çalışılmıştır. Araştırma sonuçları incelendiğinde, öğrencilerin kuvvet ve hareket konusuyla ilgili pek çok kavram yanlışına sahip oldukları ve bunların büyük çoğunluğunun üst ontolojik kategoriye yanlış yerleştirmeden kaynaklandığı görülmüştür. Kuvvet ve hareket konusu, Fen Bilimleri dersinin temel konularından bir tanesidir. Öğrenciler eğer bu konu ile ilgili kavram yanlışlarına sahip olur ve bunları düzeltmeden konu ile bağlantılı diğer konuları öğrenmeye çalışırsa, kavram yanlışlarını diğer konulara da yansıtacak ve sorun daha da büyüyecektir. Örneğin ağırlık kavramını maddenin bir özelliği olarak düşünen bir öğrenci, ağırlık kavramını "madde" kategorisine yerleştirebilir ve üst ontolojik kategoriye yerleştirmeden kaynaklanan kavram yanlışına sahip olabilir. Oysa ki ağırlık kavramı, Dünya ile cisimler arasındaki etkileşim sonucu, cisimlere etkiyen yerçekimi kuvveti olarak açıklanmaktadır. Yani ağırlık kavramı "süreç" kategorisinde yer alan bir kavramdır. Bu şekilde kavram yanlışlarının oluşmasına engel olmada büyük görev öğretmenlere ve öğretim programı geliştirenlere düşmektedir.

Öğrencilerin sahip olmaları muhtemel kavram yanlışlarının farkında olarak hazırlanan ve bu konuların üzerinde durulması gerektiğinin vurgulandığı öğretim programları ve öğretim materyalleri, kavram yanlışlarının oluşmasına engel olabilecektir. Öğretmenlerin ders planlarını hazırlamaları müfredatla yakın ilişkili olduğundan, öncelikle müfredatta kavram yanlışlarını önlemeye yönelik düzenlemeler yapılmalıdır. Yapılan çeşitli araştırmalar öğrencilerin sıklıkla sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaktadırlar. Bu durumlar göz önüne alınarak öğretim programlarında çeşitli düzenlemeler yapılabilir ve ders kitaplarında da kavram yanlışlarını düzeltebilecek değişiklikler yapılabilir.



## KAYNAKÇA

- Abraham, M.R., Gryzybowski, E.B., Renner, J.W. & Marek, A.E. (1992). Understanding and misunderstanding of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105-120.
- Açar, B. (2007). Öğrencilerin kuvvet konusundaki başarılarının kavram haritası ile ölçülmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Adıgüzel, R. (2006). Mitoz ve mayoz hücre bölünmesi konusundaki kavram yanlışlarının tespiti ve bu konuda fen bilgisi öğretmenlerinin çözüm önerileri (Muğla ili örneği). *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Aiello, N. C., Wolfe, L. M. (1980). A meta-analysis of individualized instruction in science. *American Educational Research Association*, Boston.
- Akbaş, Y. ve Gençtürk, E. (2011). Coğrafya eğitiminde hava basıncı kavramıyla ilgili yanlışların giderilmesinde kavramsal değişim yaklaşımının etkinliği. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 2207-2222.
- Akbulut, H. İ, Şahin, Ç. ve Çepni, S. (2013). İş ve enerji konusu ile ilgili kavramsal değişimin incelenmesi: İkili yerleşik öğrenme modeli örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(25), 241-268.
- Akçay, H., Feyzioğlu, B. ve Tüysüz, C. (2003a). Kimya öğretiminde bilgisayar benzeşimlerinin kullanımının lise öğrencilerinin başarısına ve tutumuna etkisi, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 3(1), 7-26.
- Akçay, H., Tüysüz, C. ve Feyzioğlu, B. (2003b). Bilgisayar destekli fen bilgisi öğretiminin öğrenci başarısına ve tutumuna etkisine bir örnek: Mol kavramı ve avogadro sayısı, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2, 2.
- Akçay, S., Aydoğdu, M., Yıldırım, H. B. & Şensoy, Ö. (2005). Fen eğitiminde ilköğretim altıncı sınıflarda çiçekli bitkiler konusunun bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(1), 103-116.
- Akdeniz, A.R., Bektaş, U. ve Yiğit, N. (2000). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin temel fizik kavramlarını anlama düzeyi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 5-14.
- Akdeniz, A.R. ve Yiğit, N. (2001). Fen bilimleri öğretiminde bilgisayar destekli materyallerin öğrenci başarısı üzerine etkisi: Sürtünme örneği. *Yeni Bin Yılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Akgün, A. ve Gülmez, H. (2015). Ortaokul fen ve teknoloji dersi ünitelendirilmiş yıllık olanlarının ontolojik açıdan incelenmesi. *Route Educational and Social Science Journal*, 2(1), 73-89.

- Akkoyunlu, B. (1998). Bilgisayar ve eğitimde kullanılması: Çağdaş eğitimde yeni teknolojiler. Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Yayınları. Eskişehir.
- Akman, B. (1995). Anaokuluna devam eden 40-69 aylık çocukların kavram gelişimlerinde kavram eğitiminin etkisinin incelenmesi. *Doktora Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Akpınar, Y. (1999). Bilgisayar destekli öğretim ve uygulamalar. Anı Yayınevi. Ankara.
- Al-Ahmadi, F. M. (2008). The development of scientific thinking with senior school physics students. *Unpublished Doctoral Dissertation*, University of Glasgow.
- Al-Ahmadi, F. M. and Oraif, F. (2009). Working memory capacity, confidence and scientific thinking. *Research in Science Technological Education*, 27 (2), 225-243.
- Alkan, C., Deryakulu D., Şimşek N. (1995). Öğretim teknolojilerine giriş “Disiplin süreç ürün”. Ankara: Önder Matbaacılık.
- Alonzo , A. C. & Steedle J. T. (2008). Developing and assessing a force and motion learning progression. *Wiley InterScience*, 389-421.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS.). (1990). Project 2061- Science for All Americans. Retrieved June 26, 2014 from <http://www.project2061.org/publications/sfaa/default.htm?nav>.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). Benchmarks for science literacy: A Project 2061 Reports. New York: Oxford University Press.
- Amettler, J. ve Pinto, R. (2002). Students' reading of innovative images of energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*, 24(3), 285-312.
- Anderson, B. (1986). The experiential gestalt of causation: A Common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, 8 (2), 155-171.
- Anıl, Ö. ve Küçüközer H. (2010). Ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin düzlem ayna konusunda sahip oldukları ön bilgi ve kavram yanlışlarının belirlenmesi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(3), 104-122.
- Arıcı, N. ve Dalkılıç, E. (2006). Animasyonların bilgisayar destekli öğretime katkısı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(2), 421-430.
- Arıkan, F., Aydoğdu, M., Doğru, M. & Uşak, M. (2006). Bilgisayar destekli biyoloji öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 177-186.
- Aslan Efe, H. (2015). Animasyon destekli çevre eğitiminin akademik başarıya, akılda kalıcılığa ve çevreye yönelik tutuma etkisi. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(5), 130-143.
- Aşçı, Z., Özkan Ş., Tekkaya C. (2001). Students' misconceptions about respiration. *Eğitim ve Bilim*. 26(120), 29-36.

- Atasoy, Ş. (2009). Öğretmen adaylarının Newton'un hareket kanunları konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik geliştirilen çalışma yapraklarının etkililiğinin araştırılması. *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Atasoy, Ş & Akdeniz, A.R. (2007). Newton'un hareket kanunları konusunda kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik bir testin geliştirilmesi ve uygulanması. *Türk Fen Eğitim Dergisi*, 4(1), 45-59.
- Atılboz, N. G. (2004). Lise 1. Sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 147-157.
- Ausubel, D.P. (1968). The psychology of meaningful verbal learning. New York: Grune & Stratton, Inc.
- Avcı, D. E., Kara, İ. ve Karaca, D. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının iş konusundaki kavram yanlışları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 27-39.
- Ayas, A. (1997). Kimyada öğrenci başarılarının ölçülmesi ve Türkiye'de yaygın kullanılan başarı ölçme teknikleri. *II. Eğitim Bilimleri Kongresi*. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson D., & Turgut, M. F. (1997a). Fizik öğretimi. YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları. Ankara: Bilkent.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. ve Turgut, M. F. (1997b). Kimya Öğretimi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları, Bilkent, Ankara.
- Ayas, A. ve Demirbaş, A. (1997). Secondary students' conceptions of introductory chemistry concepts in Turkey, *Journal of Chemical Education*, 74 (5), 518-521.
- Ayas, A., Karataş, F. Ö., Ünal, S. ve Çalık, M. (2001). Gazlar konusu ile ilgili bilgisayar destekli öğretim yazılımlarının yeterliliklerinin araştırılması, *Yeni Binyılın Basında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Ayas, A., Köse, S., ve Taş, E. (2002). The effects of computer-asisted instruction on misconceptions about photosynthesis, *The First International Education Conference, Changing Times Changing Needs*, Eastern Mediterranean University, Gazimagusa- Northern Cyprus.
- Aydın, G. ve Balım, A.G., 2005. Yapılandırmacı yaklaşıma göre modellendirilmiş disiplinler arası uygulama: enerji konularının öğretimi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38(2), 145-166.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülççek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Aydoğdu, C. (2006). Bilgisayar destekli kimyasal bağ öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 80-90.

- Aydoğmuş, E. (2008). Lise 2 fizik dersi iş-enerji konusunun öğretiminde 5e modelinin öğrenci başarısına etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Aykanat, F., Doğru, M. & Kalender, S. (2005). Bilgisayar destekli kavram haritaları yöntemiyle fen öğretiminin öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 91-400.
- Aykutlu, I., & Şen, A. İ. (2012). Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 274-288.
- Ayvacı, H. Ş., Abdüsselam, Z. ve Abdüsselam, M. S. (2012). Animasyon destekli çizgi filmlerin fen öğretimine etkisi: 6. Sınıf kuvveti keşfedelim konusu örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1 (4), 182-190.
- Ayvacı, H. Ş., Özsevgeç, T. & Aydın, M. (2004), Data logger cihazının ohm kanunu üzerindeki pilot uygulaması, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3 (3), 108-114.
- Bahar, M. (2003). Biyoloji eğitiminde kavram yanlışları ve kavram değişim stratejileri. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Bahar, M. (2006). Fen ve Teknoloji Öğretimi. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Bahar, M., Öztürk, E. ve Ateş, S. (2002). Yapılandırılmış grid metodu ile lise öğrencilerinin Newton'un hareket yasası, iş, güç ve enerji konusundaki anlama düzeyleri ile hatalı kavramlarının tespiti. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*.
- Baki, A. (1999). Cebirle ilgili işlem yanlışlarının değerlendirilmesi. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. M.E.B. ÖYGM.
- Baki, A. ve Öztekin, B. (2001). Bilgisayar donanımlı ortamda fonksiyon ve grafiklerin öğretimi, *Matematik Etkinlikleri Sempozyumu*, Ankara.
- Bar, V. & Travis, A. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363-382.
- Baykal, A. (1990). Eğitimci için bilgisayar nedir, ne değerdir? *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2, 37-43.
- Bayraktar, Ş. (2009). Misconceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7 (2), 273-291.
- Beeth, M. E. (1998). Teaching for conceptual change: Using status as a metacognitive tool. *Science Education*, 82(3), 343-356.
- Beichner, R. J. (1996). The impact of video data analysis on kinematics graph interpretation skills. *American Journal of Physics*, 64, 1272-1278.
- Bilgin, İ. & Geban, Ö. (2001). Benzeşim (analogi) yöntemi kullanılarak lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 26-32.

- Blosser, P.E. (1987). Science misconceptions research and some implications for the teaching of the science to elementary school students, *ERIC/ISMEAC Science Education Digest*, 1, 12-15.
- Boeha, B. B. (1990). Aristotle, Alive and Well in Papua New Guinea Science Classrooms. *Physics Education*, 25, 280-283.
- Boo, H. K. (1998). Students' understandings" of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research and Science Teaching*, 35(5), 569-581.
- Bosco, J. (1986). An analysis of evaluations of interactive video. *Educational Technology*, 25, 7-16.
- BouJaoude, S. (1991). A study of student's understandings about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 689-704.
- Bowen, C. W. (1994). Think aloud methods in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 71, 184-190.
- Boyes, E. ve Stanisstreet, M. (1990). Misunderstandings of 'law' and 'conversation' : a study of pupils' meanings for these terms. *School Science Review*, 72, 51-57.
- Boyes, E. ve Stanisstreet, M. (1991). Misconceptions in first-year undergraduate science students about energy sources for living organism, *Journal of Biological Education*, 25(3), 20-213.
- Boz, Y. (2006). Turkish pupils' conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 203-213.
- Brookes, D. T. (2006). The role of language in learning physics. Doctoral Thesis. The State University of New Jersey, Physics and Astronomy, New Brunswick, New Jersey.
- Brookes, D. T. and Etkina, E. (2009). "Force", ontology and language. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 5, 1-13.
- Brooks, A., & Driver, R. (1989). Progression in science: The development of pupils' understanding of physical characteristics of air across the age range 5-16 years. *Leeds: Children's Learning in Science Project*, University of Leeds.
- Brown, D. E. (1989). Students' concept of force: The importance of understanding Newton's third law. *Physics Education*, 24, 353-358.
- Brown, D. E. ve Clement, J. (1987). Misconceptions concerning newton's law of action reaction: the underestimated importance of the third law. *Proceedings of the Second International Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Vol III, Cornell University, 39 - 54.
- Bruner, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*, Cambridge: Belknap Press.
- Burke, K. A., Greenbowe, T.J. and Windschitl, M. A. (1998). Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *Journal of Chemical Education*, 75(12), 1658-1661.
- Buyruk B. ve Korkmaz, Ö. (2016). Öğrencilerin fen bilimleri dersine dönük kavramları günlük hayatla ilişkilendirme durumları, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 159-172.



- Büyükkasap, E. & Samancı, O. (1998). İlköğretim öğrencilerinin ışık hakkındaki yanlış kavramları. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 4 (5), 109-120.
- Büyüköztürk, Ş. (2001). Deneysel desenler. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Cahyadi, M. V. and Butler, P. H. (2004). Undergraduate students' understanding of falling bodies in idealized and real-world situations. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 569-583.
- Can, B. T., Yaşadı, G., Sönmezer, D. ve Kesercioğlu, T. (2006). Fen öğretiminde kavram haritaları ve senaryolar kavram yanlışlarını giderebilir mi? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 133-146.
- Candan, A. (2003). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin hareket ve kuvvetle ilgili kavram yanlışları. *Yüksek Lisans Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Canpolat, N. (2002). Kimyasal denge ile ilgili kavramların anlaşılmasında kavramsal değişim yaklaşımının etkinliğinin incelenmesi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., & Sozbilir, M. (2006). Prospective teachers' misconceptions of vaporization and vapor pressure. *Journal of Chemical Education*, 83(8), 1237-1242.
- Caramazza, A., McCloskey, M., & Green, B. (1980). Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects. *Science*, 210, 1139-1141.
- Cartoon Solutions. (2015). <http://www.cartoonsolutions.com/>
- Case, M. J. & Fraser, D. M. (1999). An investigation into chemical engineering students' understanding of the mole and the use of concrete activities to promote conceptual change. *International Journal of Science Education*, 21(12), 1237-1249.
- Cerit Berber, N. (2008). İş-güç-enerji konusunun öğretiminde pedagojik-analojik modellerin kavramsal değişimin gerçekleşmesine etkisi: Konya ili örneği. *Doktora Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Cerit Berber, N. ve Sarı, M. (2009). İş-güç-enerji konusunun öğretiminde kavramsal değişimin gerçekleşmesine pedagojik-analojik modellerin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 257-277.
- Cerit Berber, N. ve Sarı, M. (2010). Pedagojik-analojik modellerin iş-güç-enerji konusu ile ilgili kavramları anlamaya etkisi. *Milli Eğitim*, 185(39), 240-264.
- Champagne, A., Gunstone, R., and Klopfer, L. (1985). Effecting changes in cognitive structures among physics students. In L.H.T. West., and A.L. Pines (Eds.), *Cognitive Structure and Conceptual Change* (pp. 163-187). New York: Academic Press.
- Champagne, A., Klopfer, L. E., & Anderson, J. H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48, 1074 – 1079.

- Chang, C. Y. (2002). Does -computer-assisted instruction + problem solving = improved science outcomes? A pioneer study. *Journal of Educational Research*, 95(3), 143-150.
- Chi, M. T. H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In Giere, R. (Ed.) (1992). *Cognitive Models of Science: Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 129-186. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Chi, M. T. H. (1993). Barriers to conceptual change in learning science concepts: A theoretical conjecture. *Third Misconceptions Seminar Proceedings*, 3-15.
- Chi, M. T. H. (1997). Creativity: Shifting across ontological categories flexibly. Ward, T. B., Smith, S. M & Vaid, J. (Eds.), *Conceptual structures and processes: Emergence, discovery and change* (s. 209-234). Washington, D. C: American Psychological Association.
- Chi, M. T. H. (2001). Why do students fail to understand complex dynamic concepts. AERA 2001.
- Chi, M. T. H. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2). 161-199.
- Chi, M. T. H. (2007). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. Vosniadou, S. (Eds.), *Handbook of Research on Conceptual Change* (s. 1-46). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M. T. H. (2013). Two kinds and four sub-types of misconceived knowledge, ways to change it, and the learning outcomes. Vosniadou, S. (Eds.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (p. 49-70). Routledge, London: UK. Accessed On 4 September 2017 from web site: <https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.4324/9780203154472.ch3>
- Chi, M. T. H., & Hausmann, R. G. M. (2003). Do radical discoveries require ontological shifts? Shavinina, L.V. & Sternberg, R. (Eds.), *International Handbook on Innovation* (s. 430-444). New York: Elsevier Science.
- Chi, M. T. H., de Leeuw, N., Chiu, M. H., & LaVancher, C. (1994). Eliciting self explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18, 439-477.
- Chi, M. T. H., & Roscoe, R. D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. Limon, M. & Mason, L. (Eds), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (s. 3-27). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- Chi, M. T. H., & Slotta, J. D. (1993). The ontological coherence of intuitive physics. Commentary on A. diSessa's "Toward an epistemology of physics." *Cognition and Instruction*, 10, 249-260.
- Chi, M. T. H., Slotta, J. D., & Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Cho, H.H., Kahle, J.B. & Nordland, F.H. (1985). An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science Education*, 69, 707-719.

- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50, 66 – 71.
- Clement, J. (1987). Overcoming students misconceptions in physics: the role of anchoring intuitions and analogical validity. *Proceedings of the Second International Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Vol III, Cornell University, 84 – 97.
- Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1241-1257.
- Coleman, W. F., & Fedosky, E. W. (2006). A new java animation in peer-reviewed "jce" webware. *Journal of Chemical Education*, 83(1), 173-174.
- Committee on Undergraduate Science Education. (1996). Science teaching reconsidered: A handbook by the National Academy Press. Washington, D.C.
- Coştu, B., Ayas, A. ve Ünal, S. (2007). Kavram yanılgıları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 15(1). 123-136.
- Çakır, H. (1999). Bilgisayar destekli eğitimde grafik ve animasyon tekniklerinin kullanılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çalık, M., Ayas, A. & Coll, R.K. (2010). Investigating the effectiveness of teaching methods based on a four-step constructivist strategy. *Journal of Science Education & Technology*, 19, 32–48.
- Çataloğlu, E. (1996). Promoting teachers awareness of students misconceptions in introductory mechanics. *Yüksek Lisans Tezi*, ODTÜ Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara.
- Çaycı, B. (2007a). Kavram öğreniminde kavramsal değişim yaklaşımının etkililiğinin incelenmesi. *Doktora Tezi*. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çaycı, B. (2007b). Kavram değiştirme metinlerinin kavram öğrenimi üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 87-102.
- Çelikler, D., Güneş, M.H. & Güneş, T. (2011). Asitler ve bazlar konusunun bilgisayar destekli öğretiminin kalıcı öğrenme ve öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 7, 21-36.
- Çeliköz, N. (1998). Kavram Öğrenme ve Öğretme İlkeleri, *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 69-76.
- Çepni, S. (2007). Performans değerlendirme. Ölçme ve değerlendirme. Ankara: Pegem A Yayıncılık, 193-239.
- Çepni, S., Ayyacı, H. Ş., & Keleş, E. (2000). Sertifika öğrencilerinin fizik kavramlarını anlama düzeyleri. *X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi*. Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Çepni, S. ve Çil, E. (2009). Fen ve teknoloji programı ilköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen kitabı. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

- Çepni, S., Taş, E. ve Kose, S. (2006). The Effect of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers Education*, 46, 192-205.
- Çetin, O. (2012). Kavram ağları ve kavram haritaları. Web Site: <http://oguzcetin.gen.tr/kavram-aglari-ve-kavram-haritalari.html> adresinden 9 Ağustos 2017 tarihinde alınmıştır.
- Çoban, G. Ü., & Ergin, Ö. (2010). İlköğretim öğrencilerinin bilimsel bilginin varlık alanına yönelik görüşlerini belirleme ölçeği. *İlköğretim Online*, 9(1), 188-202.
- Çopur, T. (2008). Öğrencilerin Newton'un hareket kanunlarındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde işbirlikli öğrenmenin etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi. Ankara.
- Daşdemir, İ. (2006). Fen bilgisi dersinde animasyon kullanımının akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Daşdemir, İ. (2012a). İlköğretim fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilginin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Yayınlanmış Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Daşdemir, İ. (2012b). The effect of use of animations in unit of body systems on the academic achievements of the 6th students, retention of the knowledge learned, and the scientific process skills. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 5(3), 1605-1614.
- Daşdemir, İ. (2013a). Animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(4), 1287-1304.
- Daşdemir, İ. (2013b). The effect of use of animations on the academic achievements of the students, retention of the knowledge learned and the scientific process skills. *Balkan Physics Letters, Boğaziçi University Press*, 113-131.
- Daşdemir, İ. (2016). The effect of the 5E instructional model enriched with cooperative learning and animations on seventh-grade students' academic achievement and scientific attitudes. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9(1), 21-38.
- Daşdemir, İ., Cengiz, E., Uzoğlu, M. ve Bozdoğan, A. E. (2012). Tablet bilgisayarların fen ve teknoloji derslerinde kullanılmasıyla ilgili fen ve teknoloji öğretmenlerinin görüşlerinin incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(20), 495-511.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012a). 6. Sınıf elektrik ünitesinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve bilgilerin kalıcılığına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 197-208.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012b). 8. Sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 77-87.

- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012c). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 33-42.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2013). Maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, hatırd tutma düzeyine ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 84-101.
- Daşdemir, İ., Doymuş, K., Ümit Ş. ve Karaçöp, A. (2008). The effects of animation technique on teaching of acids and bases topics. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 5(2), 60-69.
- Daşdemir, İ., Uzoğlu, M. ve Cengiz, E. (2012). 7. Sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 54-62.
- Dekkers, P.J.J.M. & Thijs, G.D. (1998). Making productive use of students' initial conceptions in developing the concept of force. *Science Education*, 82 (1), 31-51.
- Demir, A. (2008). İlköğretim 8. Sınıf fen bilgisi dersi genetik ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesinde grafik materyallerin kullanılması. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Demir, M. (2010). Üst kavramsal faaliyetlerle zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konularını anlamalarına etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demir, Y., Uzoğlu, M. ve Büyükkasap, E. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket ile ilgili sahip olduğu kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılan karikatürlerin ve çoktan seçmeli soruların etkililiğinin karşılaştırılması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 88-102.
- Demirci, N. (2003). Bilgisayarla etkili öğretim stratejileri ve fizik öğretimi, Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Demirçalı, S. (2006). Üniversite öğrencilerinin kuvvet ve hareket kavramlarını algılamaları üzerine bir çalışma. *Yüksek Lisans Tezi*, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Demirel, Ö. (1994). Genel Öğretim Yöntemleri, Usem Yayınları, Ankara.
- Diakidoy, I.A.N., Kendeou, P. ve Ioannides, C. (2003). Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 335-356.
- Dilber, R. (2006). Fizik öğretiminde analogi kullanımının ve kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarının giderilmesine ve öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. *Doktora Tezi*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Dinçer, M. (2003). Yedinci sınıf fen bilgisi kuvvet konusu ile ilgili yapısalcı öğretim tasarımının öğrencilerin başarıları, kavram yanlışları, kavram kalıcılığı ve öğrenme sürecine bakış açıları üzerindeki etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van.
- diSessa, A. A. (1983). Phenomenology and the evolution of intuition. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (15 – 33). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dominguez, J., De Pero, A. ve Garcia-Rodeja, F. (1998). Las particulas de la Materia y su utilizacion en el campo concetual de calor y temperatura (Language is English) : un estudio transversal. 16 (3), 461-475.
- Doymuş, K., Şimşek, U. and Karaçöp, A. (2009). The effects of computer animations and cooperative learning methods in micro, macro and symbolic level learning of states of matter. *Eğitim Araştırmaları Eurasian Journal of Educational Research*, 36, 109-128.
- Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3(1), 93-101.
- Driver, R. (1983). *The Pupil as Scientist?* Buckingham: Open University Press.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 481-490.
- Driver, R. ve Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students, conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R. L., Millar, R. ve Scott, P. (1996). *Young people's images of Science*. Bristol, PA: Open University Press.
- Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school - empirical results from The Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19, 59-66.
- Duran, M., Bilgili, S. & Balliel, B. (2011). The effectiveness of concept cartoons on overcoming the 6<sup>th</sup> grade students' misconceptions in science teaching. *International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, Antalya.
- Düzgün, B. (2000). Fizik konularının kavratılmasında gorsel öğretim materyallerinin önemi. *Milli Eğitim Dergisi*, Sayı 148.
- Ebenezer, J. V. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: Animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10(1), 73-92.
- Elliot, S. & Miller, P. (1999). *3D Studio Max 2*, Sistem Yayıncılık Mat. San. ve Tic. A.Ş., İstanbul.

- Emrahoğlu, N. & Bülbül, O. (2010). 9. sınıf fizik dersi optik ünitesinin bilgisayar destekli ğretiminde kullanılan animasyonların ve simülasyonların akademik başarıya ve akılda kalıcılığa etkisinin incelenmesi. *.. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 19, Sayı 3, Sayfa 409-422.
- Engel, E. (1982). The development of understanding of selected aspect of pressure, heat, and evolution in pupils aged between 12-16 years. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, University of Leeds.
- Erden, M. (1997). Sosyal Bilgiler ğretimi. İstanbul: Alkım Yayınevi.
- Erden, M. ve Akman, Y. (1997). Eğitim psikolojisi. Ankara: Arkadaş Yayınevi.
- Erduran Avcı, D., Kara İ.ve Karaca D. (2012). Fen bilgisi ğretmen adaylarının iş konusundaki kavram yanılgıları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 27-39.
- Erickson, G. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63 (2), 221-230.
- Erişen, ., Kılıç, ., Pelit, N. ve Hüseyin, V. (2002). Uzaktan eğitim programlarına genel bir bakış. *Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu*, 23-25 Mayıs 2002, Eskişehir.
- Ertuğrul Akyol, B., Kahyaoğlu, H. ve Köksal, E. A. (2017). Ortaokul fen ve teknoloji dersinde müzikli fen animasyonu kullanımı hakkında ğretmen görüşleri. *International Journal of Active Learning*, 2(1), 23-37.
- Eryılmaz, A. (1992). Students' preconceptions in introductory mechanics. *Master Thesis*. Middle East Technical University, Ankara.
- Eryılmaz, A. (1996). The effects of conceptual assignments, conceptual change discussions and a CAI program emphasizing cognitive conflict on students' achievement and misconceptions in physics. *Dissertation Abstracts International*, 57-04A, 1546.
- Eryılmaz, A. ve Tatlı, A. (1999). ODTÜ ğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanılgıları. *III. Fen Bilimleri Eitimi Sempozyumu*. MEB YGM.
- Eryılmaz, A. ve Tatlı A. (2000). ODTÜ ğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanılgıları. H. . *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 93-98.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). Üç aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanılgılarının llmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. Ankara: METU. [http://www.fedu.metu.edu.tr/UFBMEK-5/b\\_kitabi/PDF/Fizik/Bildiri/t110d.pdf](http://www.fedu.metu.edu.tr/UFBMEK-5/b_kitabi/PDF/Fizik/Bildiri/t110d.pdf)
- Evrekli, E. & Balım, A. G. (2015). Fen derslerinde animasyon destekli kavram karikatürleri kullanımının altıncı sınıf ğrencilerinin sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(11), 109-136.
- Ferrari, M., & Chi, M. T. H. (1998). The nature of naive explanations of natural selection. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1231-1256.
- Fidan, N. (1985). *Okulda ğrenme ve ğretme*. Ankara: Alkım Yayıncılık.

- Finegold, M., & Gorksy, P. (1991). Students' concepts of force as applied to related physical systems: A search for consistency. *International Journal of Science Education*, 13, 97-113.
- Fisher, K. (1983) Amino acids and translation: A misconception in biology. In H. Helm & J. Novak (Eds.) Proceedings of the international seminar on misconceptions in science and mathematics (pp. 407-419). Ithaca, NY: Department of Education, Cornell University.
- Fisher, K. M. (1985). A misconception in biology: Amino acids and translation. *Journal of Research In Science Teaching*, 22(1), 53-62.
- Fisher, K. M., & Lipson, J. I. (1986). Twenty questions about student errors. *Journal of Research and Science Teaching*, 23, 783-803.
- Fletcher, D. (1990). The effectiveness and cost of interactive video disinstruction in defense training and education. *Multimedia*, 2, 33-42.
- Florida Science Curriculum Framework, 1995. Elementary program.
- Florida Science Curriculum Framework, 1998. Elementary program. 08.11.2018 tarihinde <https://paec.org/resources/FloridaCurriculumFrameworks/main/frameworks/elementary/eleall.pdf> adresinden alınmıştır.
- Foley, J., A. Van Dam, S. and Feiner, J. (1990). Computer graphics principles and practice (2nd ed) Addison Wesley, New York, U.S.A.
- Frailich, M., Kesner, M. & Hofstein, A. (2009). Enhancing students' understanding of the concept of chemical bonding by using activities provided on an interactive website. *Journal of Research in Science Teaching*, 46 (3), 289-310.
- Gamble, R. (1989). Force. *Physics Education*, 24(2), 79-82.
- Garnett, P.J. & Treagust, D.F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of chemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 10, 1079-1099.
- Geban, Ö., Aşkar P., & Özkan, İ. (1992). Effects of computer simulations and problem solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86(1), 5-10.
- Geban, Ö. ve Demircioğlu, H. (1996). Fen bilgisi öğretiminde bilgisayar destekli öğretim ve geleneksel problem çözme etkinliklerinin ders başarısı bakımından karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 183-185.
- Geban, Ö., Ertepinar, H., Yayla, N. ve Işık, A. (1999). Elektro-kimya konusunda kavram yanlışları. III. *Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. M.E.B. ÖYGM
- Genç, G. (2008). İlköğretim 6. Sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusunu anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Yüksek Lisans Tezi*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Gençer, Z. (2006). İlköğretim öğrencilerinin (6., 7. ve 8. sınıflar) hücre konusundaki kavram yanlışlarının tespiti üzerine bir araştırma. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



- George, E.A., Broadstock, M.J., Vazquez Abad, J. (2000). Learning energy, momentum and conservation concepts with computer support in an undergraduate physics laboratory. In B. Fishman & S.O'Connor-Divelbiss (Eds.). *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (pp.2-3). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Gezer, İ. (2018). Ortaokul ve İmam hatip ortaokulu fen bilimleri ders kitabı. Ankara: Aydın Yayıncılık.
- Gilbert, J. K. & Pope M.L. (1982). School children discussing energy (mimeograph). University of Surrey, Institute of Educational Development.
- Gilbert, J. K., Osborne, T. R., & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66, 623-633.
- Gilbert, J. ve Pope, M. (1986). Small group discussions about conception in science: A case study. *Research in Science and Technological Education*, 4, 61-76.
- Gilbert, J. and Swift, D. (1985). Towards a lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69, 681-696.
- Gilbert, J. K. & Watts, D. M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in science education*, 10, 61-98.
- Görecek Baybars, M. (2016). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının iş konusundaki kavramsal anlama düzeyleri. *8. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi*.
- Görecek Baybars, M. (2018). Fen bilgisi öğretmenlerinin iş konusundaki alternatif kavramlarının ve kökenlerinin belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 1474-1493.
- Griffths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teachig*. 29 (6), 611-628.
- Gunstone, J.K. & Watts, D.M. (1985). Force and motion. In R. Driver, E. Guesene and A. Tiberghien (Eds), Children's ideas in science. *Milton Keynes, Open University Press*, Philadelphia.
- Gunstone, R.F. & White, R. (1981). Understanding of gravity. *Science Education*, 65, 291-299.
- Gülçiçek, Ç. ve Güneş, B. (2004). Fen öğretiminde kavramların somutlaştırılması: Modelleme stratejisi, bilgisayar simülasyonları ve analogiler. *Eğitim ve Bilim*, 29 (134), 36-48.
- Gülçiçek, Ç. ve Yağbasan, R. (2004). Basit sarkaç sisteminde mekanik enerjinin korunumu konusunda öğrencilerin kavram yanlışları. *GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (3), 23-38.
- Günaydın, (2010). 6. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Güneş, B. (2007a). Kavram yanlışlarını düzeltmek neden zordur. Web site: <http://http://w3.gazi.edu.tr/~bgunes/files/kavramyanilgilari/ky%20duzetmek%20neden%20zordur.html> adresinden 3 Ağustos 2017 tarihinde alınmıştır.

- Güneş, B. (2007b). *Fizikteki Kavram Yanılgıları*,  
<http://w3.gazi.edu.tr/~bgunes/files/kavramyanilgilari/kavramyanilgilari.html>  
 adresinden 12 Aralık 2016 tarihinde alınmıştır.
- Güneş, B. (2011). Fizik alanında sık rastlanan kavram yanılgıları. Web site:  
<http://w3.gazi.edu.tr/~bgunes/files/kavramyanilgilari/fizikte%20sik%20rastlanilan%20kavram%20yanilgilari.html> adresinden 3 Ağustos 2017 tarihinde alınmıştır.
- Gürbüz, G. (2008). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin “ısı ve sıcaklık” konusundaki kavram yanılgılarının düzeltilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Ataturk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gürdal, A., Aksoy, M., ve Macaroğlu, E. (1995). İlköğretimde kavram kargaşası. *Bilim ve Teknik*. Tübitak Yayınları, 334, 96-97.
- Gürdal, A., Bayram, H., & Şahin, F. (1999). İlköğretim okullarında enerji konusunun entegrasyon ile öğretilmesi. *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, Ankara.
- Gürdal, A., Şahin, F. ve Çağlar, A. (2001). *Fen eğitimi ilkeler, stratejiler ve yöntemler*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları.
- Gürses, A. (2010). Geleneksel öğretim nedir? Ne değildir? *Araştırma Projesi Eğitimi Çalıştayı*, Çanakkale.
- Güvercin, Z. (2010). Fizik dersinde simülasyon destekli yazılımın öğrencilerin akademik başarısına, tutumlarına ve kalıcılığa olan etkisi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Hacker, R. G. & Sova, B. (1998). Initial teacher education: a study of the efficacy of computer mediated courseware delivery in a partnership concept. *British Journal of Education Technology*, 29 (4), 333-341.
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985a). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53, 1056 – 1065.
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985b). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53, 1043-1048.
- Hançer, A. H. (2007). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenmenin kavram yanılgıları üzerine etkisi. *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 31(1), 69-81.
- Handal, G. A., Leiner, M. A., Gonzalez, C., & Rogel, E. (1999). Linear multimedia benefits to enhance students' ability to comprehend complex subjects. Paper presented at the *Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*, San Antonio, TX.
- Hapkiewicz, A. (1992). Finding a list of science misconceptions. *MSTA Newsletter*, 38 (Winter), 11-14.
- Hapkiewicz, A. (1999). Naive ideas in earth science. *MSTA Journal*, 44(2), 26-30.

- Harwood, W. S. & McMahon, M. M. (1997). Effects of integrated video media on student achievement and attitudes in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 617-631.
- Haslam, F. & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21, 3, 203-211.
- Hashweh, M. (1988). Descriptive studies of students' conceptions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 291-307.
- Hestenes D., Wells M., Swackhamer G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141-158.
- Hestenes, D. & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory. *The Physics Teacher*, 33 (8).
- Hestenes, D. (1996). Modeling methodology for physics teachers. *Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education*, College Park, MA.
- Hewson, P. W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 4 (1), 61-78.
- Hewson, M. G. and Hewson, P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Education*, 20 (8), 731-743.
- Hewson, P. and Hewson, M. (1991). The status of students conceptions research in physics learning: theoretical issues and empirical studies. *Institute for Science Education at the University of Kiel*. 59-73.
- Hewson, M. G. & Hewson, P. W. (2003). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 86-98.
- Hırça, N. (2004). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinde enerji kavramı ile ilgili kavram yanlışlarının tespiti ve okullar arasındaki farklılıklarının karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Hırça, N. (2008). 5E Modeline göre iş, güç ve enerji ünitesiyle ilgili geliştirilen materyallerin kavramsal değişime etkisinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Hırça, N., Çalık, M. & Akdeniz, F. (2008). Investigating grade 8 students' conceptions of 'energy' and related concepts, *Journal of Turkish Science Education*, 5(1), 75-87.
- Hise, Y. A. V. (1988). Student misconceptions in mechanics: An international problem? *The Physics Teacher*, 498-502.
- Hounshell, P.B. & Hill, S.R. (1989). The microcomputer and achievement and attitudes in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (6), 543-549.
- Ioannides, C., & Vosniadou, S. (2001). The changing meanings of force: From coherence to fragmentation. *Cognitive Science Quarterly*, 2(1), 5 – 62.

- İşman, A. (2001). Bilgisayar ve Eğitim. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 1-34.
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, B. & Kıyıcı, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalcı yaklaşım. *TOJET*, 1(1).
- Jimoyiannis, A. & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: A case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36, 183-204.
- Johnston, A. T., & Southerland, S. A. (2000). A consideration of science misconceptions using ontological categories. *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. New Orleans, Louisiana.
- Kabapınar, F. (2013). Secondary students' reference to properties of matter to chemical bonds: Is the onus on the ontological mismatch only?. *Hacettepe University Journal of Education*, 28(3), 235-249.
- Kahveci, A. & Özalp, D. (2009). Ontology-informed diagnostic assessment of middle and secondary students' understanding of the particulate nature of matter. *National Association for Research in Science Teaching International Conference*, Garden Grove, California.
- Kahveci, A. & Özalp, D. (2011). Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili iki aşamalı tanılayıcı soruların ontoloji temelinde geliştirilmesi. *Milli Eğitim*, 191, 135-155.
- Kaper, W.H. ve Goedhart, M.J. (2002a). Forms of energy, an intermediary language on the road to thermodynamics? *Part I. International Journal of Science Education*, 24(1), 81-95.
- Kaper, W.H. ve Goedhart, M.J. (2002b). Forms of energy, an intermediary language on the road to thermodynamics? *Part II. International Journal of Science Education*, 24(2), 119-137.
- Kaptan, F. (1998). Fen öğretiminde kavram haritası yönteminin kullanılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, 95-99.
- Kaptan, F. (1999). *Fen Bilgisi Öğretimi*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Bilim ve Kültür Eserleri Dizisi, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, A. (2000). Hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin fen eğitiminde ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 59-65.
- Kara, Y. ve Koca, S.A.Ö. (2004). Buluş yoluyla öğrenme ve anlamlı öğrenme yaklaşımlarının matematik dersinde uygulanması. *İlköğretim Online*, 3 (1), 2-10.
- Karaca, N. (2010). Bilgisayar destekli animasyonların grafik çizme ve yorumlama becerilerinin geliştirilmesine etkisi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Karaçam, S. (2009). Öğrencilerin kuvvet ve hareket konularındaki kavramsal anlamalarının ve soru çözümünde kullandıkları bilişsel ve üst bilişsel stratejilerinin soru tipleri dikkate alınarak incelenmesi. *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karaçöp, A. (2010). Öğrencilerin elektrokimya ve kimyasal bağlar ünitelerindeki konuları anlamalarına animasyon ve jigsaw tekniklerinin etkileri. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Karaçöp, A., Doymuş, K., Doğan, A. ve Koç, Y. (2009). Öğrencilerin akademik başarılarına bilgisayar animasyonları ve jigsaw tekniğinin etkisi. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 211-235.
- Karataş, F.Ö. (2003). Lise 2 kimyasal denge konusunun öğretiminde bilgisayar paket programları ile klasik yöntemlerin etkililiğinin karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Trabzon.
- Karataş, F.Ö., Köse, S., & Coştu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi dergisi*. 1(13), 54-69.
- Kasap, G. ve Ültay, N. (2013). Kavramsal değişim yaklaşımına göre hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin yüzen-batan cisimleri anlamalarına etkisinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(2), 455-472.
- Katırcıoğlu, H., ve Kazancı, M. (2003). Genel biyoloji derslerinde bilgisayar kullanımının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 127-134.
- Kayalı, H. A., Ürek, R. Ö., Çavaş, B. ve Tahran, L. (2000). İlköğretim enerji kavramı ve enerji tasarrufuna yönelik bir çalışma, IV. *Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Kaymak, H. (2005). Kavram haritası yönteminin öğrencilerin periyodik tablo konusunu anlamalarına etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Keleş, E. (2007). Altıncı sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik beyin temelli öğrenmeye dayalı web destekli öğretim materyalinin geliştirilmesi ve etkililiğinin değerlendirilmesi. *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kelly, R. M., & Jones, L. L. (2007). Exploring how different features of animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 413-429.
- Kenan, O. & Özmen, H. (2014). Maddenin tanecikli yapısına yönelik iki aşamalı çoktan seçmeli bir testin geliştirilmesi ve uygulanması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 35(3), 371-378.
- Khalili, A., and Shashaani, L. (1994). The effectiveness of computer applications: A meta-analysis. *Journal of Research on Computing in Education*, 27, 48-61.

- Kırıkkaya, E. B. & Güllü, D. (2008). İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık ve buharlaşma-kaynama konularındaki kavram yanlışları. *İlköğretim Online*, 7(1), 15-27.
- Kıyıcı, G. ve Yumuşak, A. (2005). Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi, Asit-Baz Kavramları ve Titrasyon Konusu Örneği. *The Turkish Online Journal of Education Technology*, 4 (4), 6513-6521.
- Kızılcık, H. Ş., Güneş, B. (2011). Düzgün dairesel hareket konusunda üç aşamalı kavram yanlışları testi geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 41, 278-292.
- Kızılcık, H. Ş., Önder Çelikkanlı, N. ve Güneş, B. (2015). Change of physics teacher candidates' misconceptions on regular circular motion by time: Fizik öğretmen adaylarının düzgün çembersel hareket konusundaki kavram yanlışlarının zaman içinde değişimi. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 9(1), 205-223.
- Kind, V. (2004). Beyond appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas (2nd edition). Durham: Royal Society of Chemistry.
- Klausmeier, H. J. (1992). Concept learning and concept teaching. *Educational Psychologist*, 27(3), 267-286.
- Koç, Y., Şimşek, Ü. ve Has, C. (2013). Işık ünitesinin öğretiminde bilgisayar animasyonlarının etkisi. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1 (2), 145-156.
- Kokkotas, P. & Vlachos, I., Koulaidis, V. (1998). Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers' training courses. *International Journal of Science Education*, 20(3), 291-303.
- Kolmuş, A. (2009). 11. Sınıf "kimyasal reaksiyon hızları" ünitesinin 5E modeline göre animasyon destekli öğretimi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Konuk, M. ve Kılıç, S. (1998). Fen bilimleri öğrencilerinde bitki ve hayvanlardaki enerji kaynağı konusundaki kavram yanlışları, *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, K.T.Ü, Trabzon.
- Konuk, M. ve Kılıç, S. (1999). Fen bilimleri öğrencilerinde bitki ve hayvanlardaki enerji kaynağı konusundaki kavram yanlışları. *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. Ankara.
- Koray, Ö. C. ve Bal, Ş. (2002). Fen öğretiminde kavram yanlışları ve kavramsal değişim stratejisi. *G. Ü. Kastamonu Eğitim Dergisi*, 10(1), 83-90.
- Koray, Ö. & Tatar, N. (2003). İlköğretim öğrencilerinin kütle ve ağırlık ile ilgili kavram yanlışları ve bu yanlışların 6., 7. ve 8. sınıf düzeylerine göre dağılımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 187-1998.
- Köse, S., Bağ, S., Sürücü, A., & Uçak, E. (2006). The opinions of prospective teachers' about energy sources for living organisms. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(2), 141-152.

- Kruger, C. (1990). Some primary teachers' ideas about energy, *Physics Education*, 25, 86–91.
- Kruger, C., Palacio, D. & Summers, M. (1992). Surveys of english primary school teachers' conceptions of force, energy and materials. *Science Education*, 76 (4), 339-351.
- Kulik, J.A., Kulik, C.C. and Cohen, P.A. (1980). Effectiveness of computer-based college teaching: A metaanalysis of findings. *Review of Educational Research*, 50, 525–544.
- Kulik, J.A., Bangert, R.L. and Williams, G. W. (1983). Effects of computer-based teaching on secondary school students. *Journal of Educational Psychology*, 75, 19–26.
- Kulik, J.A., Kulik, C.C. and Bangert-Drowns., L. (1985). Effectiveness of computer based education in elementary school. *Computers in Human Behavior*, 1, 59–74.
- Kulik, J. A., Kulik, C. C. and Shwalb, B. J. (1986). The effectiveness of computer based adult education: A meta analysis. *Computing Research*, 2, 235-252.
- Kurnaz, M.A. (2007). Üniversite 1. sınıf seviyesinde enerji kavramının öğrenim durumlarının analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kurnaz, M.A. ve Sağlam Arslan, A. (2009). Using the anthropological theory of didactics in physics: Characterization of the teaching conditions of energy concept and the personal relations of freshmen to this concept. *Journal of Turkish Science Education*, 6 (1), 72-88.
- Kuru, İ. (2003). Lise 2. Sınıf öğrencilerinin kuvvet konusundaki kavram yanlışları. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kuru, İ., Güneş, B. (2005). Lise 2. sınıf öğrencilerinin kuvvet konusundaki kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 1-17.
- Küçük, M., Çepni, S. ve Gökdere, M. (2005). Turkish primary school students' alternative conceptions about work, power and energy. *Journal of Physics Teacher Education*, 3 (2), 22-28.
- Küçüközer, A. (2010). Fen öğretmeni adaylarının dalgalar konusunda kavram yanlışları, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7 (2), 66-75.
- Large, A. (1996). Computer animation in an instructional environment. *Library and Informative Science Research*, 18 (1), 3-23.
- Lavoie, D. R. (1997). Using a modified concept mapping strategy to identify students' alternative scientific understandings of biology. *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Chicago.
- Laybourne K. (1998). The animation book: a complete guide to animated film-making from flip books to sound cartoons to 3-d animation. Three Rivers Press. N.Y., U.S.A.

- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D., & Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249-270.
- Lewalter, D. (2003). Cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals. *Learning and Instruction*, 13(2), 177-189.
- Libarkin, J. C., & Kurdziel, J. P. (2001). Research methodologies in science education assesing students' alternative conceptions. *Journal of Geoscience Education*, 49(4), 378-383.
- Limon, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 34, 199-217.
- Lind, K. K. (2005). Exploring science in early childhood. *A Development Approach*. Thomson Delmar Learning, USA.
- Lowe, R. K. (2001). Understanding information presented by complex animated diagrams. In J.-F. Rouet, J. Levonen and A. Biarreau (Eds.) *Multimedia learning: Cognitive and instructional issues*, Amsterdam, Elsevier, 65-74.
- Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13(2), 157-176.
- Lythcott, J. (1985). 'Aristotelian' wa given as the answer, but what was the questions? *American Journal of Physics*, 53, 428-432.
- Malatyali, E. ve Yılmaz, K. (2010). Yapılandırmacı öğrenme sürecinde kavramlar ve önemi: kavramların pedagojik açıdan incelenmesi, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(14), 320-332.
- Mann, M., Treagust, D. F. (1998). A pencil and paper instrument to diagnose students' conception of breathing, gas exchange and respiration. *Australian Science Teachers Journal*, 44, 2, 55-59.
- Marek, E.A., 1986. They misunderstand, but they'll pass, *The Science Teacher*, 32-35.
- Mariani, M. C., & Ogborn, J. (1991). Towards an ontology of common-sense reasoning, *International Journal of Science Education*, 13(1), 69 – 85.
- Mariani, C. (1989). Aspect of student's understanding in classroom setting: Case studies on motion and inertia. *Physics Education*, 24, 273-277.
- McClelland, J. (1984). Alternative frameworks: Interpretation of evidence. *European Journal of Science Education*, 6, 1-6.
- McCloskey, M. (1983a). Naive theories of motion. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (299 – 324). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- McCloskey, M. (1983b). Intuitive Physics. *Scientific American*, 248(4), 122-130.
- MEB. (2014). *Fizik 1 Ders Notu*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2015). *Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı ilköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB.
- MEB. (2016). *Ortaokul 5, 6, 7. ve 8. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara.



- Meriç, G. & Sarıkaya, M.(2002). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mol kavramı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik bir araştırma, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildirileri*, ODTÜ Kongre ve Kültür Merkezi, Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 16-18 Eylül 2002, Cilt 1
- Meyer, E. (1987). Thermodynamics of mixing ideal gases: A persistent pitfall. *Journal of Chemical Education*, 64, 676.
- McDermott, L. C. (1984). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*, 37(7), 24-32.
- Milheim, W.M. (1993). How to use animation in computer assisted learning. *British Journal of Educational Technology*, 24 (3), 171-178.
- Minstrell, J. (1982). Explaining the "at rest" condition of an object. *The Physics Teacher*, 20, 10-14.
- Minstrell, J. (1991). Facets of students' knowledge and relevant instruction. *Research in Physics Learning Theoretical Issues and Empirical Studies*, 110-128.
- Minstrell, J. (2001). Facets of students' thinking: Designing to cross the gap from research to standards-based practice. In K. Crowley, C. D. Schunn and T. Okada (Eds.), *Designing for Science: Implications for Professional, Instructional, and Everyday Science*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Moore, B. C. (1997). Science teaching reconsidered: A Handbook. <https://www.nap.edu/catalog/5287/science-teaching-reconsidered-a-handbook> adresinden 9 Ağustos 2017 tarihinde ulaşılmıştır.
- Nahum, L., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. ve Bar-Dov, Z. (2004). Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry?. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 301-325.
- Nakiboğlu, C., & Bulbul Tekin, B. (2006). Identifying students' misconceptions about nuclear chemistry. A study of turkish high school students. *Journal of Chemical Education*, 83(11), 1712-1718.
- Nakhleh, M. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Narjaikaew, P. (2013). Alternative conceptions of primary school teachers of science about force and motion. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 88, 250-257.
- Neumann, I., Fulmer, G. W. and Liang, L. L. (2013). Analyzing the 'force concept inventory' based on a force and motion learning progression. *Science Education Review Letters*, 8-14.
- Noh, T. ve Scharmann, L. C. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 199-217.
- Novak, D.J. (1988). Learning science and the science of learning. *Studies in Science Education*, 15, 77-101.

- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal Of Research in Science Teaching*, 27(10), 937-949.
- Novak, J. D. (1997). *A Theory of Education*, New York: Cornell University Press.
- Novak, J. D. (1998). Learning, creating and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nuhoğlu, H. (2008). Evaluation of the secondary school pupils' view about force and motion. *İnönü University Journal of the Faculty of Education*, Vol. 9, Issue. 16, 123-140.
- Odabaşı, F. (1998). Bilgisayar destekli eğitim: Çağdaş eğitimde yeni teknolojiler. Açıköğretim Fakültesi Yayınları, Eskişehir.
- Odabaşı, F. (2006). Bilgisayar Destekli Eğitim. Ünite 8, Açıköğretim Yayınları, Eskişehir.
- Odom, A. L., Barrow, H. L. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1, 45-61.
- Ogborn, J. (1990). Energy, change, difference and danger. *School Science Review*, 72, 259, 81-85.
- Olenick, R. P. (2005). Comprehensive conceptual curriculum for physics, (C3P Project) *Department of Physics, University of Dallas*, <http://phys.udallas.edu/C3P/Preconceptions.pdf>.
- Osborne, R. (1985). Building on children's intuitive ideas. In R. Osborne & P. Freyberg (Eds.), *Learning in Science. The implications of childrens' science* (41-50). Auckland, New Zealand: Heinemann.
- Osborne, R. & Cosgrove, M. (1983). Students' conceptions of the changes of states of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 825-838.
- Osborne, R. & Gilbert, J. (1980a). A method for investigating concept understanding in science. *European Journal of Science Education*, 2, 311-321.
- Osborne, R. ve Gilbert, J. (1980b). A technique for exploring students' views of the world. *Physics Education*, 15, 376-379.
- Othman, J., Treagust, D., & Chandrasegaran, A. L. (2007). An investigation into the relationship between student's conceptions of the particulate nature of matter and their understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education*, 1, 1-20.
- Own, Z., & Wong, K. P. (2000, November). The application of scaffolding theory on the elemental school acid – basic chemistry web. Paper presented at the *International Conference on Computers in Education/International Conference on Computer-Assisted Instruction (ICCE/ICCAI)*, Taipei, Taiwan.

- Özalp, D. (2008). İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusundaki kavram yanlışlarının ontoloji temelinde belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özalp, D., & Kahveci, A. (2011). Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili iki aşamalı tanılayıcı soruların ontoloji temelinde geliştirilmesi. *Eğitim ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 40(191), 135-155.
- Özbek, R. (2005). Eğitim programlarının bireyselleştirilmesinin sebepleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(11), 66-83.
- Özcan, H. (2006). İlköğretim ve yükseköğretim öğrencilerinin farklı disiplin alanları açısından enerji konusu üzerine kavramsal anlamaları. *Yüksek Lisans Tezi*, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği. 203-237.
- Özcan, H. ve Kocakulah, M. S. (2007). Students' conceptual understanding of conservation of mechanical energy: A case study of grade 8 Level, 24<sup>th</sup> International Physics Congress, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Özkan, Ö. Tekkaya, C. & Geban, Ö. (2004). Facilitating conceptual change in students understanding of ecological concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 95-105.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *TOJET*, Yıl:3, Sayı:1, Makale:14.
- Özmen, H. (2008). The influence of computer-assisted instruction on students conceptual understanding of, chemical bonding and attitude toward chemistry. A case for Turkey. *Computers Education*, 51: 423-438.
- Özmen, H. Demircioğlu, H. & Demircioğlu, G. (2009). The effects of conceptual change texts accompanied with animations on overcoming 11th grade students' alternative conceptions of chemical bonding. *Computers Education*, 52, 681-695.
- Özmen, H., Dumanoğlu, F., & Ayas, A. (2000). Ortaöğretimde enerji kavramının öğretimi ve enerji eğitimi. *IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi*, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Özmen, H. & Kolomuç, A. (2004). Bilgisayarlı öğretimin çözümler konusundaki öğrenci başarısına etkisi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 57-68.
- Öztürk-Ürek, R. & Tarhan, L. (2005). Kovalent bağlar konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırmacılığa dayalı bir aktif öğrenme uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 168-177.
- Paliç, G. (2008). 9. Sınıf enerji ünitesine yönelik beyin temelli öğrenmeye dayalı web destekli öğretim materyalinin tasarlanması. *Yüksek Lisans Tezi*, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Palut, Z.Ö. (2006). Fen öğretiminde aktif öğrenmenin kavram yanlışlarını gidermeye etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Papadouris, N., Constantinou, C.P. ve Kyratsi, T. (2008). Students' use of the energy model to account for changes in physical systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (4), 444-469.
- Park, S.K. & Oh, J.Y. (2013). Learners' ontological categories according to their mental models of plate boundaries. *Journal of Turkish Science Education*, 10 (2), 17-34.
- Pastırmacı, E. (2011). 7. Sınıf Öğrencilerinin iş ve enerji konusundaki alternatif fikirlerinin belirlenmesi ve kavramsal gelişimlerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi, Balıkesir, 98-103.
- Pehlivan, P. (2004). İlköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin hareket ve kuvvet konusundaki yanlışları ve bu yanlışların giderilmesinde yapısalıcı kuramın etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pekdağ, B. (2005). Fen eğitiminde bilgi ve iletişim teknolojileri. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 86-94.
- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: Animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
- Pektaş, M., Türkmen, L., & Solak, K. (2006). Bilgisayar destekli öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının sindirim sistemi ve boşaltım sistemi konularını öğrenmeleri üzerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14 (2), 465-472.
- Peterson, R.F., Treagust, D.F., & Garnett, P.J. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 4, 301-314.
- PhET Interactive Simulations. (2014). University of Colorado Boulder. <http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>.
- Pınarbaşı, T. ve Canpolat, N. (2002). Fen eğitiminde kavramsal değişim yaklaşımı-III: kavram değiştirme metinleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 10(2), 281-286.
- Pines, A. L. & West, L. H. T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- Polat, D. (2007). Kuvvet ve hareket konusu ile ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarının tespiti ve kavram karmaşası yöntemiyle düzeltilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Anabilim Dalı, Fizik Eğitimi, Ankara, 12-17.
- Pope, M. ve Gilbert, J. (1983). Explanation and metaphor in: Some empirical questions in science education? *European Journal of Science Education*, 5 (3), 249-261.
- Posner, G. J. & Gertzog, W. A. (1982). The clinical interview and the measurement of conceptual change. *Science Education*, 66, 195-209.
- Posner, M. G., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-217.

- Powell, J. V., Aeby, V. G. and Carpenter-Aeby, T. (2003). A comparison of student outcomes with and without teacher facilitated computer-based instruction. *Computers Education*, 40, 183-191.
- Project Galileo - NSF (1998). Teaching introductory physics, conservation laws first. *Faculty Enhancement Conference*.
- Prosser, M. Walker, P. Ve Millar, R. (1996). Differences in students' perceptions of learning physics. *Physics Education*, 31, 43-48.
- Psillos, D. (1997). Teaching of elementary electrics. Electronical document. <http://icar.univlyon2.fr/Equipe2/coast/ressources/ICPE/francais/partieE/E4.html> (27.01.2015).
- Reid, N. and Serumola, L. (2007). Scientific enquiry: The nature and place of experimentation, Some recent evidence. *Journal of Science Education*, 7(2), 88-94.
- Reiner, M., Slotta, J. D., Chi, M. T. H., & Resnick, L. B. (2000). Naive physics reasoning: A commitment to substance-based conceptions. *Cognition and Instruction*, 18(1), 1-34.
- Reis, Z. A. (2004). Bilgisayar destekli öğrenme-öğretme sürecinde teknoloji ve yardımcı materyallerin kullanımı. IV. *International Education Technologies Conference*, Sakarya, 1, 154-159.
- Richards, J., Barowy, W. ve Levin, D. (1992). Computer simulations in the science classroom, *Journal of Science Education and Technology*, 1(1), 67-80.
- Riche, R. D. (2000). Strategies for assisting students overcome their misconceptions in high school physics. *Memorial University of Newfoundland Education*, 6390.
- Rieber, L.P. (1990a). Animation in computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, 38(1), 77-86.
- Rieber, L. P. (1990b). Using computer animated graphics in science instruction with children. *Journal of Educational Psychology*, 82, 135-140.
- Rodenstein, J. (1986). Microcomputers in vocational education: Programs and practices. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Rodrigues, S. (1997). Fitness for purpose: a glimpse at when, why and how to use information technology in science lessons. *Australian Science Teachers Journal*, 43(2), 38-39.
- Rowe, G. W. and Gregor, P. (1999). A Computer based learning system for teaching computing, implementation and evaluation. *Computers Education*, 33, 65-76.
- Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N., ve Davis, J. (1997). Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(3), 330-334.
- Sadanand, N. ve Kess J. (1990). Concepts in force and motion. *The Physics Teacher*, 530-533.

- Sağdıç, D., Bulut, Ö., Korkmaz, S., Börü, S., Öztürk, E., & Cavak, Ş. (2007). Ortaöğretim 10. Sınıf Biyoloji. (2. Baskı), Ankara: MEB Yayınları.
- Sağlam Arslan, A. (2009). Cross-grade comparison of students' understanding of energy concept, *Journal of Science Education Technology*, DOI: 10.1007/s10956-009-9201-3.
- Sağlam Arslan, A. ve Kurnaz, M.A. (2009). Prospective physics teachers' level of understanding energy, power and force concepts, *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10,1.
- Sağlam Arslan, A., Devecioğlu Kaymakçı, Y. ve Arslan, S. (2009). Alternatif ölçme-değerlendirme etkinliklerinde karşılaşılan problemler: Fen ve teknoloji öğretmenleri örneği, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 1-12.
- Saka, A. ve Akdeniz, A. R. (2006). Genetik konusunda bilgisayar destekli materyal geliştirilmesi ve 5E modeline göre uygulanması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 129-141.
- Sanger, M. J., Brecheisen, D. M. & Hynek, B. M. (2001). Can computer animations affect college biology students' conceptions about diffusion and osmosis? *The American Biology Teacher*, 63 (2), 104 – 109.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997). Students' misconceptions in electrochemistry: Current flow in electrolyte solutions and salt bridge. *Journal of Chemical Education*, 74, 819-823.
- Sanmanti, N., Izquierdo, M. & Watson, J.R. (1995). The substantialisation of properties in pupils' thinking and in the history of science. *Science and Education*, 4, 349-369.
- Sarı, A. (2014). Kavram haritası ve bilgisayar destekli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin madde konusundaki kavram yanlışlarına etkisinin ontolojik açıdan incelenmesi. *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sarıçayır, H. (2007). Kimya Eğitiminde Kimyasal Tepkimelerde Denge Konusunun Bilgisayar Destekli ve Laboratuvar Temelli Öğretimin Öğrencilerin Kimya Başarılarına, Hatırlama Düzeylerine ve Tutumlarına Etkisi. *Yayımlanmış Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Schmidt, H. J. (1997). Students' misconceptions - Looking for a pattern. *Science Education*, 81, 123-135.
- Schnotz, W. (2001). *Educational promises of multimedia learning from a cognitive perspective*, *Multimedia Learning: Cognitive and Instructional Issues*. Amsterdam. Elsevier, 9-29.
- Schultz, K. Murray, T., Clement, J. ve Brown, D. (1987). Overcoming misconceptions with a computer based tutor. *Proceedings of the Second International Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Vol III, Cornell University, 434 – 448.

- Scott P. H., Asoko H. M., Driver R. H. (1991). Teaching for conceptual change: a review of strategies. In: Duit R, Goldberg F, Niedderer H, editors. *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*, pp. 310–329, Kiel, Germany.
- Seçer, S. (2008). 6. Sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki alternatif kavramlarının belirlenmesi ve kavramsal gelişiminin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Sefton, I. (2004). Understanding Energy. *Proceedings of 11th Biennial Science Teachers' Workshop*, University of Sydney.
- Senemoğlu, N. (2001). Kuramdan uygulamaya gelişim ve öğrenme. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Senemoğlu, N. (2007). Gelişim öğrenme ve öğretim kuramdan uygulamaya. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Sezgin, E. ve Köymen, Ü. (2002). İkili kodlama kuramına dayalı olarak hazırlanan multimedya ders yazılımının fen bilgisi öğretiminde akademik başarıya etkisi, *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4, 137-145.
- Shymansky J. A , Yore L. D., Treagust D. F., Thiele B., Harrison A., W. Bruce G., Stocklmayer S. M. ve Venville G. (1997). Examining the construction process: A study of changes in level 10 students' understanding of classical mechanics. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 571- 593.
- Skelly, K. M., & Hall, D. (1993). The development and validation of a categorization of sources of misconceptions in chemistry. Paper presented at the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in science and Mathematics, Ithaca, NY.
- Slotta, J. D. (2011). In defense of Chi's ontological incompatibility hypothesis. *Journal of the Learning Sciences*, 20(1), 151-162.
- Slotta, J. D., Chi, M. T. H., & Joram, E. (1995). Assessing students' misclassifications of physics concepts: An ontological basis for conceptual change. *Cognition and Instruction*, 13(3), 373-400.
- Slotta, J. D. and Chi, M. T. H. (1999). How physics novices can overcome robust misconceptions through ontology training. Accessed on 7 September 2017 from web site: <http://www.public.asu.edu/~mtchi/papers/Slottaandchi.pdf>
- Slotta, J. D. and Chi, M. T. H. (2006). Helping students understand challenging topics in science through ontology training. *Cognition and Instruction*, 24(2), 261-289.
- Smith, E. L., & Anderson, C. W. (1986). Alternative student conceptions of matter cycling in ecosystems. *At the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, San Francisco, California.
- Smith, T. I. & Wittmann, M. C. (2008). Applying a resources framework to analysis of the force and motion conceptual evaluation. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 4, 1-12.

- Solomon, J. (1983). Messy, contradictory and obstinately persistent: a study of children's out of school ideas about energy. *School Science Review*, 65 (231), 225-229.
- Solomon, J. (1985). Teaching the Conservation of Energy, *Physics Education*, 20, 165-170.
- Soman, S. A. (2000). Ontological categorization in chemistry: A basis for conceptual change in chemistry. *Doctorate Thesis*, Purdue University, West Lafayette, USA.
- Soner, N. (2006). Afyon Kocatepe Üniversitesi lisans öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanılgıları. *Yüksek Lisans Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Soylu, H. ve İbiş, M. (1999). Bilgisayar destekli fen bilgisi eğitimi. *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. MEB ÖYGM.
- Sökmen, N., Bayram, H., ve Gürdal, A. (2000). 8. ve 9. Sınıf öğrencilerinin fen eğitiminde yaşadığı kavram kargaşası. *Milli Eğitim Dergisi*, 146, 74-77.
- Sönmez, G., Geban, O. & Ertepinar, H. (2001). Altıncı sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavramları anlamalarında kavramsal değişim yaklaşımının etkisi. *Yeni Bin yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, İstanbul.
- Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter: From liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 247-266.
- Stavy, R., & Stachel, D. (1985). Children's ideas about "solid" and "liquid." *European Journal of Science Education*, 7, 407-421.
- Stepans, J. (1994). Targeting students' science misconceptions: Physical science concepts using the conceptual change model. Florida: Idea Factory, Inc.
- Stepans, J. (2003). Targeting students' science misconceptions. Physical science concepts using the conceptual change model. Tampa, FL: Showboard.
- Stepans, J., Beiswenger, R. ve Dyche, S. (1970). Misconceptions die hard. *The Science Teacher*, 37, 65-69.
- Stephenson, R. (1973). *The Animated Film*, B.1, New York.
- Stofflett, R. T. (1994). The accommodation of science pedagogical knowledge: The application of conceptual change constructs to teacher education. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(8), 787-810.
- Strauss, S. (1981). Cognitive development in school and out. *Cognition*, 10, 295-300.
- Strike, K. A. & Posner, G. J. (1982). Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education*, 4(3), 231-240.
- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1985). A conceptual change view of learning and understanding. In L. H. T. West & A. L. Pines (Eds.), *Cognitive Structure and Conceptual Change* (pp. 211-231). New York: Academic Press.



- Strike, K. A., & Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practice* (pp. 147-176). Albany: State University of New York Press.
- Stylianidou, F., Ormerod, F. ve Ogborn, J. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them. *International Journal of Science Education*, 24(3), 257-283.
- Sutton, C. R. (1980). The learner's prior knowledge. A critical review of techniques for probing its organisation. *European Journal of Science Education*, 2, 107-120.
- Süngür, S., Tekkaya, C. & Geban, Ö. (2001). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system. *School Science and Mathematics*, 101(2), 91-101.
- Swift, D. J. (1984). Against structuralism: Is genetic epistemology a 'conservative-activist' theory of knowledge? *10<sup>th</sup> Annual Conference of British Educational Research Association*. University of Lancaster. Mimeograph. University of Surrey.
- Şahin, F. (1998). *Okul öncesinde fen bilgisi öğretimi ve aktivite örnekleri*, İstanbul: Beta Basım Yayım ve Dağıtım A.Ş.
- Şahin, Ç. & Çepni, S. (2011). Yüzme- Batma, Kaldırma Kuvveti ve Basınç" kavramları ile ilgili iki aşamalı kavramsal yapılarıdaki farklılaşmayı belirleme testi geliştirilmesi, *Türk Fen Eğitim Dergisi*, 8(1), 79-109.
- Şahin, T. Y. ve Yıldırım, S. (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Şen, A. İ. (2001). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli yeni yaklaşımlar. *G. Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 61-71.
- Şen, A.İ & Aykutlu, I. (2008). Using concept maps as an alternative evaluation tool for students' conceptions of electric current. *Eurasian Journal of Educational Research*, 31,75-92.
- Şen, Ş. & Yılmaz, A. (2012). Erime ve çözünmeyle ilgili kavram yanılgılarının ontoloji temelinde incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-72.
- Taber, K. S. (1998). An alternative conceptual framework from chemistry education. *International Journal of Science Education*, 20(5), 597-608.
- Taber, K. S. (2002). *Alternative conceptions in chemistry-prevention, diagnosis and cure*. The Royal Society of Chemistry, Theoretical background, London.
- Talib, O., Matthews, R. & Secombe, M. (2005). Computer-animated instructions and students conceptual change in electrochemistry, preliminary qualitative analysis. *International Education Journal*, 5(5), 29-42.
- Tamir P. (1971). An alternative approach to the construction of multiple-choice test items, *Journal of Biological Education*, 5, 305-307.

- Tan, K. C. D., Goh, K. N., Chia, S. L. & Treagust, D. F. (2002). Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 4, 283-301.
- Tan, K. C. D., Taber, S. K, Goh, N. K., & Chia, L. S. (2005). The ionization energy diagnostic instrument: a two-tier multiple-choice instrument to determine high school students' understanding of ionisation energy. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(4), 180-197.
- Tandoğan, R. Ö. (2006). Fen eğitiminde probleme dayalı aktif öğrenmenin öğrencilerin başarılarına ve kavram öğrenmelerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Tao, P. K. ve Gunstone, R.F. (1999). The process of conceptual change in force and motion during computer supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 859-882.
- Tatar, E. ve Oktay, M. (2007). Students' misunderstandings about the energy conservation principle: A general view to studies in literature. *International Journal of Environmental & Science Education*. 2(3), 79 – 86.
- Tekbıyık, A. (2010). Bağlam temelli yaklaşımla ortaöğretim 9. sınıf enerji ünitesine yönelik 5E modeline uygun ders materyallerinin geliştirilmesi. *Doktora Tezi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tekdal, M. (2002). Etkileşimli fizik simülasyonlarının geliştirilmesi ve etkin kullanılması, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, ODTÜ, Ankara, [http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b\\_kitabi/PDF/Fizik/Bildiri/t135d.pdf](http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Fizik/Bildiri/t135d.pdf)
- Tekkaya, C., Çapa, Y. & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140-147.
- Temizkan, D. (2003). The effect of gender on different categories of students' misconceptions about force and motion. *Master Thesis*. Middle East Technical University, Secondary Science and Mathematics Education, Ankara.
- Tenenbaum, J. B. (2000). Rules and similarity in concept learning. S. A. Solla, T. K. Leen, & K. R. Müller (Eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems* 12 (59-65), Cambridge, MA: MIT Press.
- Terry, C. Jones, G. ve Hurford W. (1985). Children's conceptual understanding of forces and equilibrium. *Physics Education*. 20, 162 - 165.
- Topalsan, A. K. (2015). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi ve bulunan yanlışların oluşturulan argüman ortamları ile giderilmesi. *Doktora Tezi*. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Topalsan, A. K. & Bayram, H. (2016). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışlarının ontolojik açıdan incelenmesi. *International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology (ICEMST)*, Bodrum, 766-789.

- Topalsan, A. K. & Bayram, H. (2017). Eliminate with created argument environment after evaluated and categorized misconceptions in an ontological sense. *Eurasian Journal of Educational Research*, 69, 1-19.
- Topalsan, A. K. & Bayram, H. (2019). Identifying prospective primary school teachers' ontologically caegorized misconceptions on the topic of "Force and Motion". *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 85-109.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconception in science. *International Journal of Science Education*. 10(2), 159-169.
- Treagust D. F. (1995). Diagnostic assessment of students' science knowledge. In S.M. Glynn and R. Duit (Eds.), *Learning in science in the schools: Research reforming practice* (Vol. 1), Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 327-346.
- Treagust, D. F. & Chandrasegaran, A. L. (2007). The Taiwan national science concept learning study in an international perspective. *International Journal of Science Education*, 29(4), 391-403.
- Treagust, D. F. and Chittleborough G. (2001). Chemistry: A matter of understanding representations. In J. Brophy (Ed.), *Subject-specific instructional methods and activities* (Vol. 8), Elsevier Science Ltd, Oxford, UK, pp. 239-267.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. D., & Mamiala, L. T. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24, 357–368.
- Treagust, D. F., Duit R. and Fraser B. J. (1996). Overview: Research on students' preinstructional conceptions – the driving force for improving teaching and learning in science and mathematics. In D.F. Treagust, R. Duit and B.J. Fraser (Eds.), *Improving teaching and learning in science and mathematics*, Teachers College Press, Oxford, UK, pp. 1-14.
- Treagust, D. F., Duit, R., Joslin, P. and Lindauer, I. (1992). Science teachers' use of analogies; Observations from classroom practice, *International Journal of Science Education*, 14(4), 413-422.
- Trefil, J. ve Hazen, R.M. (2004). *Physics matters: An introduction to conceptual physics*, Wiley, New York.
- Trumper, R. (1998). A longitudinal study of physics students' conceptions on energy in pre-service training for high school teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 7, 311-318.
- Trumper, R. ve Gorsky, P. (1993). Learning about energy: The influence of alternative frameworks, cognitive levels, and closed-mindedness. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 637-648.
- Trumper, R., & Gorsky, P. (1996). A cross-college age study about physics students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers. *Physics Education*, 31, 227 – 235.
- Trumper, R. A. (1998). Longitudinal Study of Physics Students' Conceptions on Energy in Pre-Service Training for High School Teachers, *Journal of Science Education Technology*, 7(4), 311-318.

- Tunç, T., Akçam, H. K. ve Dökme, İ. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı fizik konularındaki kavram yanlışları ve araştırmada uygulanan tekniğin araştırma sonucuna etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(3), 137-153.
- Turgut, M. F., Baker, D., Cunningham, R. & Piburn, M. (1997). *İlköğretim Fen Öğretimi*. Ankara: MEB Yayınevi.
- Turgut, Ü., Alptekin, T. ve Şimşek, D. (2007). Ortaöğretim II. sınıf öğrencilerinin Newton'un II. hareket kanunu ile ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *A.Ü. Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(3), 172-186.
- Turgut, Ü., Gürbüz, F. ve Turgut, G. (2011). Lise 2. Sınıf öğrencilerinin "Kuvvet ve Hareket" konusundaki kavram yanlışlarının araştırılması. *Second International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, 1821-1827.
- Turgut, Ü., Gürbüz, F., Turgut, G. ve Açışlı, S. (2011). Lise 2. sınıf fen şubesi öğrencilerinin "Kuvvet ve Hareket" konusundaki kavram yanlışları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 71-85.
- Türkan, A. (2012). İlköğretim 7. Sınıf fen ve teknoloji dersi kuvvet ve hareket ünitesinde bilgisayar destekli ve laboratuvar temelli öğretimin öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarına etkisinin karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Niğde Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Türker, F. (2005). Lise öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusu ile ilgili kavram yanlışlarını ölçmek amacıyla 3 basamaklı test geliştirme. *Yüksek Lisans Tezi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türker, H. H. (2009). Kuvvet kavramına yönelik 5E öğrenme döngüsü modelinin anlamlı öğrenmeye etkisinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı, Niğde.
- Twigger, D., Byard, M., Driver, R., Draper, S., Hartley, R., Hennessy, S., Mohamed, R., O'Malley, C., O'Shea, T. & Scanlon, E. (1994). The conception of force and motion of students aged between 10 and 15 years: An interview study designed to guide instruction. *International Journal of Science Education*, 16(2), 215-229.
- Tyson, L., Treagust, D. F., Bucat, R. B. (1999). The complexity teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 76, 4, 554-558.
- Ulu, C. (2011). Fen öğretiminde araştırma sorgulamaya dayalı bilim yazma aracı kullanımının kavramsal anlama, bilimsel süreç ve üstbilgi becerilerine etkisi. *Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uyanık, F. (2007). Ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin grafik anlama ve yorumlamaları ile kinematik başarıları arasındaki ilişki. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Uzun, L. (2006). Kavram ve sözcük öğretimi üzerine notlar I-V. <http://www.okuloncesiforum.com/c-dil-ve-kavram-gelisimi/506-kavram-ve-sozcuk-ogretimi-uzerine-notlar.html> adresinden 9 Ağustos 2015 tarihinde erişilmiştir.

- Uzunöz, A. ve Akbaş, Y. (2011). Kavramsal değişim yaklaşımına dayalı coğrafya öğretimi: Bir uygulama örneği. *Educational Sciences*, 6 (2), 1659-1678.
- Ülgen, G. (1988). Kavram geliştirme (kavram ve uygulama). Ankara: Ankara Eğitim Fakültesi Yayınları.
- Ülgen, G. (1996). Kavram Geliştirme, Kuramlar ve Uygulamalar, Ankara: Setma Basımevi.
- Ülgen, G. (1998). Eğitim psikolojisinde kavram geliştirme: Uygulama ve kuramlar. Ankara: H. Ü. Eğitim Fakültesi Yayınları.
- Ülgen, G. (2001). Kavram Geliştirme. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Ülgen, G. (2004). Kavram Geliştirme Kuranlar ve Uygulamalar. 4. Baskı. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Ünal Çoban G., Aktamış H. ve Ergin Ö. (2007). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin enerjiyle ilgili görüşleri, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 175-184.
- Ünal, S. (2007). Atom ve molekülleri bir arada tutan kuvvetler konularının öğretilmesinde yeni bir yaklaşım: BDÖ ve KDM'nin birlikte kullanımının kavramsal değişime etkisi. *Yayımlanmış Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ünal, S., Coştu B. ve Karataş, F.Ö. (2004). Türkiye'de fen bilimleri alanındaki program geliştirme çalışmalarına genel bakış. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 183-202.
- Ürek, R.Ö ve Tarhan, L. (2005). Kovalent bağlar konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırmacılığa dayalı bir aktif öğrenme uygulaması, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 168-177.
- Varol, A. (1996). Bilgisayar Destekli Öğretim, *Milli Eğitim Vakfı Dergisi*, 35, 24-26.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education* 1(2), 205–221.
- Viennot, L. (1997). Experimental facts and ways of reasoning in thermodynamics: Learner's common approach. In Tiberghien, A., Jossem E. L. & Barojas (Eds.), *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. London: The International Commission on Physics Education (ICPE). <http://www.physics.ohio-state.edu/jossem/ICPE/BOOKS.html>.
- Voska, K. W., Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conception used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 2, 160-176.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J.J. & Novak, J.D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*, Macmillan, New York, 177–210.
- Warren, J. W. (1982). The nature of energy. *European Journal of Science Education*, 4(3), 295-297.
- Warren, J.W. (1983). Energy and its carriers: a Critical analysis, *Physics Education*, 18(5), 209–212.

- Watson, J. R., Prieto, T., & Dillon, J. S. (1997). Consistency in students' explanations about combustion. *Science Education*, 81, 425-444.
- Watts, D. M. (1982). Gravity- Don't take it for granted! *Physics Education*, 17, 116.
- Watts, D. M. (1983a). Some alternative views of energy. *Physics Education*, 18 (5), 213-217.
- Watts, D. M. (1983b). A study of school childrens' alternative frameworks of the concept of force. *European Journal of Science Education*, 5 (2), 217-230.
- Watts, D. M. & Gilbert, J. K. (1982). Energy mimeograph. Guilford: IED and BP Educational. University of Surrey.
- Watts, D. M., & Gilbert, J. K. (1983). Appraising the understanding of science concepts: "Force". Guildford: Educational Studies.
- Watts, M., & Zylbersztajn, A. (1981). A survey of some children's ideas about force. *Physics Education* 16, 360-365.
- Wellman, H. M., & Estes, D. (1986). Early understanding of mental entities: A Reexamination of Childhood Realism, *Child Development*, 57, 910-923.
- Wellman, H. M., & Gelman, S. A. (1992). Cognitive Development: Foundational Theories of Core Domains, *Annual Review of Psychology*, 43:337-375.
- Wessel, W. (1999). Knowledge construction in high school physics: A study students teacher interaction. *Saskatchewan School Trustees Association Research Centre Report*.
- Westbrook, S. L. & Marek, E. A. (1991). A cross-age study of student understanding the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 649-660.
- Williamson, V. M., & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 521-534.
- Yağbasan, R. (2004). Konu Alan Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu (Fizik), 72-73.
- Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (13), 102-120.
- Yağbasan, R., Güneş, B., Özdemir, İ. E., Gülçiçek, Ç., Kanlı, U., Temiz, B.K., Tunç, T. ve Ünsal, Y. (2005). *Konu Alanı Ders Kitabı İnceleme Kılavuzu*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Yalçınalp, S., Geban, Ö., & Özkan, Ö. (1995). Effectiveness of using computer-assisted supplementary instruction for teaching the mole concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1083-1095.
- Yalın, H. İ. (2002). Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Yang, E., Andre, T., Greenbowe, T. J., & Tibell, L. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 25(3), 329-349.

- Yıldız, A. (2003). Fizik öğrencilerinin çekim, kuvvet ve hareket hakkındaki düşünceleri ve öğretim elemanlarının öğrenci düşünceleri ile ilgili tahminleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Yıldız, E. (2008). 5E modelinin kullanıldığı kavramsal değişime dayalı öğretimde üst bilişin etkileri: 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik bir uygulama. *Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yıldız, İ. (2008). Kavram karikatürlerinin kavram yanlışlarının tespitinde ve giderilmesinde kullanılması: Düzgün dairesel hareket. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız, A. ve Büyükasap, E. (2006). Fizik öğrencilerinin, kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışları ve öğretim elemanlarının bu konudaki tahminleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 268-277.
- Yılmaz, Ö., Tekkaya, C., Geban, Ö. ve Özden, Y. (1999). Lise 1. Sınıf öğrencilerinin hücre bölünmesi ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesi. *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, (187-193). Ankara: MEB, ÖYGM.
- Yılmaz, Ü. ve Tezcan, H. (2003). Kimya öğretiminde kavramsal bilgisayar animasyonları ile geleneksel öğretim yönteminin başarıya etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 18-32.
- Yılmazlar, M., Takunyacı, M. ve Günaydın, G. (2014). Öğretim programı değişikliği ile birlikte 6. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışları. *International Journal of Social Science*, 24, 161-181.
- Yiğit, N. & Akdeniz, A. R. (2003). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: Elektrik devreleri örneği. *GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (3), 99-113.
- Yiğit, N., Alev, N., Tural, G. ve Bülbül, Ş. (2012). Fen bilgisi 1. sınıf öğretmen adaylarının elektrik konusundaki problemleri anlama ve çözme durumları üzerine bir araştırma. *Cumhuriyet International Journal of Education*. 1 (2), 18-36.
- Yuenyong, C. ve Yuenyong, J. (2007). Grade 1 to 6 Thai students' existing ideas about energy. *Science Education International*, 18,4, 289-298.
- Yumuşak, A. (2008). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı-sıcaklık, mekanik ve elektrik konularındaki kavram yanlışları ve nedenlerinin araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi. Manisa.
- Yürük, N., Çakır, Ö. S. ve Geban, Ö. (2000). Kavramsal değişim yaklaşımının hücresel solunum konusunda lise öğrencilerinin biyoloji dersine karşı tutumlarına etkisi. *IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. ve Çökelez, A. (2009). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramları algılamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3(2), 52-73.
- Zeybek, Y. (2007). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının kuvvet, hareket ve ses konularında sahip oldukları kavram yanlışlarının tespit üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

## EK 1: KUVVET VE HAREKET KONUSU AKADEMİK BAŞARI TESTİ

1. Aşağıdaki maddelerden hangisinin **esneklik özelliği** diğerlerine göre **daha fazladır**?

- A) Sarmal Yay                      B) Taş  
C) Cam                                D) Fayans

2. Aşağıdakilerden hangisi **esnek bir cisim değildir**?

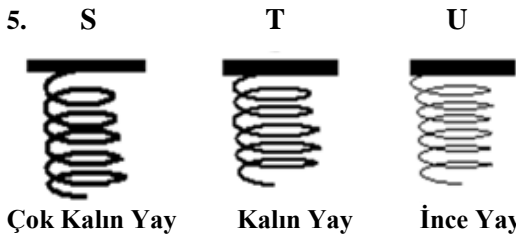
- A) Sünger                            B) Tahta  
C) Yay                                 D) Lastik

3. **Yayların sıkıştırılması veya esnetilmesiyle** meydana gelen **enerji çeşidi** aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

- A) Çekim potansiyel enerjisi  
B) Kinetik Enerji  
C) Esneklik potansiyel enerjisi  
D) Isı Enerjisi

4. Aşağıdakilerden hangisi **potansiyel enerji birimidir**?

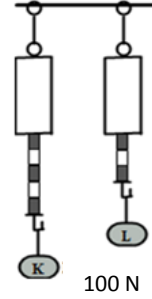
- A) Metre    B) Newton    C) Joule    D) m/s



Yukarıdaki yaylar aynı cins ve uzunluktaki tellerden yapılmıştır. Bu yaylara **eşit kütleli** cisimler asıldığında yaylarda meydana gelecek **uzama miktarının büyükten küçüğe** doğru sıralaması nasıl olur?

- A) S - T - U  
B) U - T - S  
C) U - S - T  
D) T - S - U

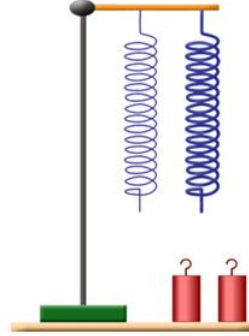
6.



Yandaki şekilde K ve L cisminin asılı olduğu özdeş dinamometreler dengededir. K cisminin asılı olduğu dinamometre **5 bölme**, L cisminin asılı olduğu dinamometre ise **3 bölme** uzamıştır. K cisminin ağırlığı **100 N** olduğuna göre, **L cisminin ağırlığı kaç N'dur**?

- A) 30                                    B) 40  
C) 50                                    D) 60

7.

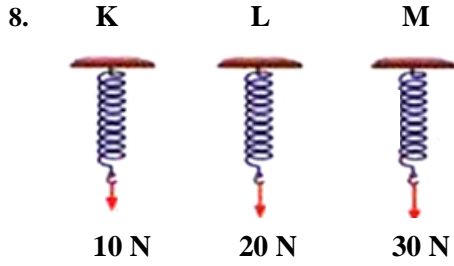


Öğretmen, **bir ince yay, bir kalın yay ve eşit kütleli özdeş iki ağırlık** kullanarak şekildeki deney düzeneğini hazırlamıştır. Öğrencilere, ağırlıklardan birini bir yaya, diğerini de diğer yaya asarak bir deney yapacaklarını söylemektedir.

**Buna göre öğretmen, yaylarla ilgili aşağıdakilerden hangisini gözlemlemeyi amaçlamaktadır?**

- A) Yayın uzama miktarı yayın cinsine bağlıdır.  
B) Yayın uzama miktarı yaya asılan ağırlığa göre değişir.  
C) Yaylar kendini geren kuvvete zıt yönde bir kuvvet uygularlar.  
D) Yaylar kendini geren kuvvete eşit büyüklükte kuvvet uygularlar.





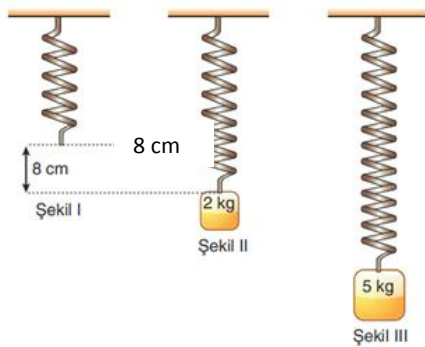
Şekildeki aynı cins metalden yapılmış, eşit uzunluktaki yayların uçlarına sırasıyla **10 N**, **20 N** ve **30 N**'luk kuvvetler uygulanmaktadır. Yaylardaki uzama miktarları eşit olduğuna göre, yayların kalınlıkları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- |    | <b>K Yayı</b> | <b>L Yayı</b> | <b>M Yayı</b> |
|----|---------------|---------------|---------------|
| A) | Kalın         | İnce          | Çok Kalın     |
| B) | İnce          | Kalın         | Çok Kalın     |
| C) | Çok Kalın     | Kalın         | İnce          |
| D) | İnce          | Çok Kalın     | Kalın         |



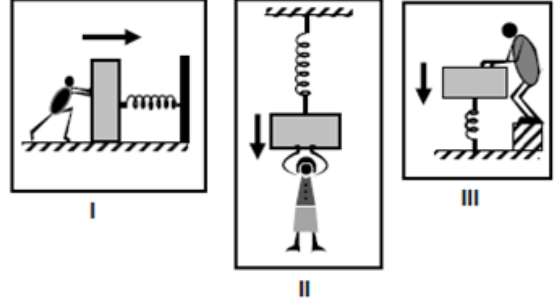
9. Mancınık Yay Sapan Çekiç  
Yukarıdaki aletlerden hangilerinin çalışmasında esneklik potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşümü vardır?
- A) Yay ve Sapan B) Yay ve Çekiç  
C) Mancınık ve Sapan D) Mancınık, Yay ve Sapan

10. Boş bir yaya asılan 2 kg kütleli cisim Şekil I'deki gibi 8 cm uzatıyor. Aynı yaya 5 kg kütleli cisim asılırsa yay kaç cm uzar? ( $g = 10 \text{ N / kg}$ )



- A) 20 B) 16 C) 12 D) 10

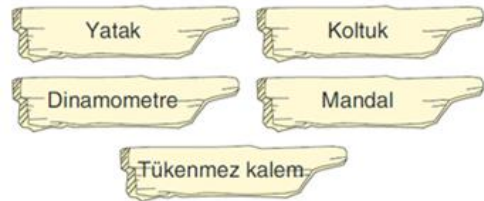
11. Üç öğrenci I, II, III'teki yaylara oklarla gösterilen yönlerdeki kuvvetleri uyguluyorlar.



Yayların bu kişilere uyguladıkları kuvvetlerin yönleri hangi seçenekte doğru olarak verilmiştir?

- |    | I | II | III |
|----|---|----|-----|
| A) | → | ↓  | ↓   |
| B) | ← | ↑  | ↓   |
| C) | ← | ↑  | ↑   |
| D) | → | ↓  | ↑   |

12. Aşağıdaki eşyaların kaç tanesinde yay kullanılabilir?



- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5

13. Cisimlerin süratinden dolayı sahip oldukları enerjiye ne ad verilir?

- A) Potansiyel Enerji B) Kinetik Enerji  
C) Kimyasal Enerji D) Elektrik Enerjisi

14. Aşağıdaki enerji ile ilgili ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Enerji iş yapabilme yeteneğidir.  
B) Yüksekte duran bir cismin yere göre potansiyel enerjisi vardır.  
C) Hareketsiz cisimler kinetik enerjiye sahiptir.  
D) Yüksekten düşen bir cismin potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşür.

15. Aşağıda verilen durumların hangisi/hangileri bir **kinetik enerji** belirtir?

- I. Masada duran kalem  
II. Hareket eden araba  
III. Yuvarlanarak hareket eden misket

- A) Yalnız I                      B) Yalnız II  
C) II ve III                      D) I, II ve III

16. Aşağıdaki cisimlerden hangisinin **hem potansiyel hem de kinetik enerjisi** vardır?

- A) Duran araba  
B) Dalda duran elma  
C) Hareketli araba  
D) Uçan Kuş

17. Bir apartmanın çatısından **serbest bırakılan** bir cisim için aşağıdakilerden hangileri doğrudur?

- I. Cismin potansiyel enerjisi azalır.  
II. Cismin kinetik enerjisi artar.  
III. Cismin sürati artar.

- A) I ve II                      B) II ve III  
C) Yalnız III                      D) I - II - III

18. Bir cismin **kinetik enerjisini arttırmak** için:

- I. Yüksekçe çıkarmak  
II. Kütlelerini arttırmak  
III. Süratini arttırmak

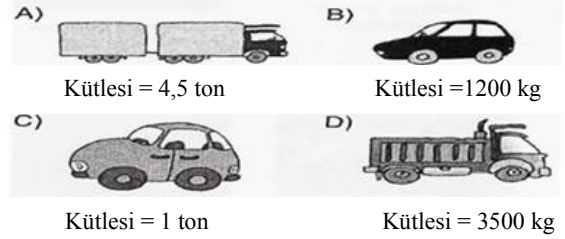
işlemlerinden hangilerini yapmak gerekir?

- A) Yalnız I                      B) Yalnız III  
C) II ve III                      D) I, II ve III

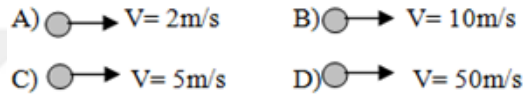
19. **Kütleleri ve kinetik enerjileri** birbirine **eşit** hareketli iki cismin aşağıdaki büyüklüklerden hangisi birbirine eşittir?

- A) Hız  
B) Hacim  
C) Potansiyel Enerji  
D) Yoğunluk

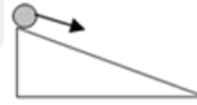
20. Aynı süratle hareket eden araçlardan **kinetik enerjisi en büyük** olan hangisidir?



21. Aşağıda bulunan aynı büyüklük ve aynı kütleli toplardan hangisinin **kinetik enerjisi en büyüktür?**



22. Kütleli 2 kg olan cisim aşağıya doğru hareket ederse hangisi azalır?

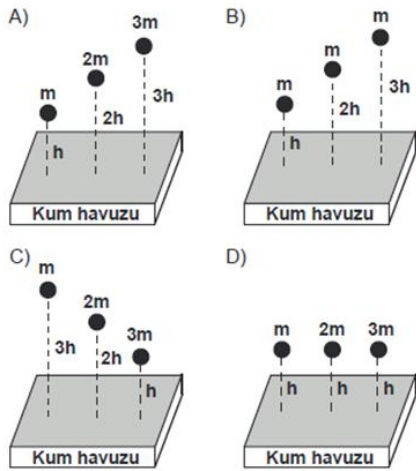


- A) Kinetik enerji                      B) Kütle  
C) Potansiyel enerji                      D) Hız

23. Yerden belirli bir **yükseklikte** bulunan cismin **konumundan dolayı** sahip olduğu **enerji türü** aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Potansiyel Enerji  
B) Kinetik Enerji  
C) Isı Enerjisi  
D) Elektrik Enerjisi

24. Bir öğretmen öğrencilerinden, "Potansiyel enerji yükseklik ile doğru orantılıdır" ifadesini doğrulayan bir deney düzeneği hazırlamalarını istiyor. Bunun için öğrencilerinden eşit hacim ve eşit kütlelere sahip küresel cisimleri farklı yüksekliklerden kum havuzuna serbest bırakarak, cisimlerin kum havuzunda oluşturdukları çukurların derinliklerini ölçerek bir çıkarımda bulunmalarını istiyor. Buna göre öğretmenin istediği deney düzeneği aşağıdakilerden hangisidir?



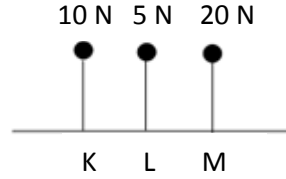
25. Raftaki bir kitabın Potansiyel enerjisini arttırmak için aşağıdakilerden hangisi yapılabilir?

- A) Kitap bir üst rafa konulabilir.
- B) Kitap bir alt rafa konulabilir.
- C) Kitap olduğu rafta hareket ettirilir.
- D) Kitap yere doğru serbest bırakılır.

26. Aşağıdaki maddelerden hangisi enerjiye sahip değildir?

- A) Yüksekte duran takvim
- B) Uçan kuş
- C) Yerde duran top
- D) Gerilmiş yay

27.

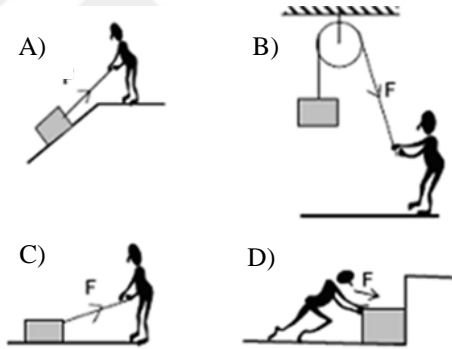


10 N, 5 N ve 20 N ağırlığındaki K, L ve M cisimleri 2'şer metre yüksekliğe çıkarılıyor. Yapılan işlerin büyükten küçüğe doğru sıralanışı hangisidir?

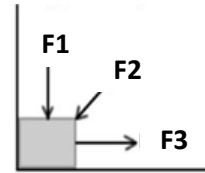
- A) K - L - M
- B) M - K - L
- C) L - K - M
- D) K - M - L

28. Fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için;

- Kuvvet uygulanmalı,
  - Kuvvet etkisindeki cisim yol almalıdır.
- Buna göre aşağıdakilerden hangisinde kesinlikle iş yapılamaz?

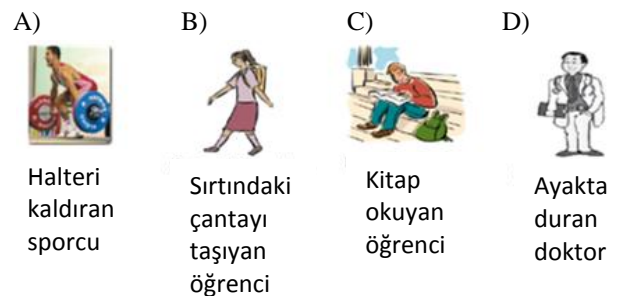


29. Aşağıdaki kutuya etki eden kuvvetlerden hangisi iş yapabilir?



- A) Yalnız F1
- B) Yalnız F3
- C) F1 ve F2
- D) F2 ve F3

30. Aşağıdakilerin hangisinde fiziksel olarak iş yapılmıştır?



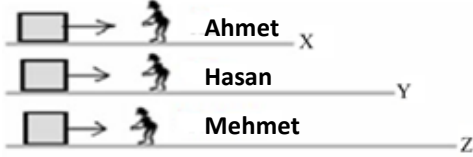
A) Halteri kaldıran sporcu

B) Sırtındaki çantayı taşıyan öğrenci

C) Kitap okuyan öğrenci

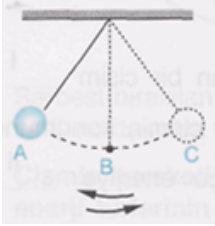
D) Ayakta duran doktor

31. Aynı ağırlıktaki üç cisim Ahmet, Hasan ve Mehmet isimli üç kişi tarafından aynı kuvvetlerle yatay düzlemde X, Y ve Z metre uzunluğundaki düzlemin sonuna kadar çekiliyor.



Buna göre Ahmet, Hasan ve Mehmet'in yaptığı işler **büyükten küçüğe doğru nasıl sıralanır?**

- A)  $W_{Ahmet} > W_{Hasan} > W_{Mehmet}$   
 B)  $W_{Ahmet} > W_{Mehmet} > W_{Hasan}$   
 C)  $W_{Hasan} > W_{Ahmet} > W_{Mehmet}$   
 D)  $W_{Mehmet} > W_{Hasan} > W_{Ahmet}$

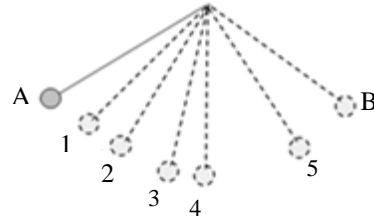


32. Yukarıdaki şekilde A, B, C noktaları arasında salınım yapan bir cisim görülmektedir. (Sürtünme ihmal edilmiştir.)

- I. Cismin en yüksek potansiyel enerjisi A ve C noktalarındadır.  
 II. B noktasından geçerken cismin kinetik enerjisi en büyüktür.  
 III. Cismin mekanik enerjisi (potansiyel ve kinetik enerjinin toplamı) değişmez.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

- A) Yalnız I                      B) I ve II  
 C) Yalnız III                    D) I, II ve III



A noktasından serbest bırakılan cisim, şekildeki yolu izleyerek aynı yüksekliğe (B noktasına) kadar çıkıyor. Buna göre 33. ve 34. soruları şekle göre yanıtlayınız.

33. Cismin hangi konumda **potansiyel enerjisi en azdır?**

- A) 1                      B) 2                      C) 3                      D) 4

34. Şekle göre hangisi **doğrudur?**

- A) 1'den 4'e giderken kinetik enerjisi azalır.  
 B) 4'ten 5'e giderken potansiyel enerjisi azalır.  
 C) 4'ten 5'e giderken kinetik enerjisi azalır.  
 D) 1'deki kinetik enerjisi en büyüktür.

35. Aşağıdakilerden hangisi **desteğin ortada yük ve kuvvetin iki uca olduğu kaldıraca örnek verilebilir?**

- A) El arabası                      B) Tahterevallı

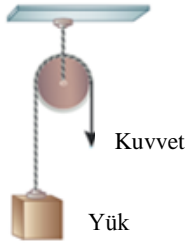
- C) Gazos açacağı                      D) Çımbız



36. Basit makineler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır?**

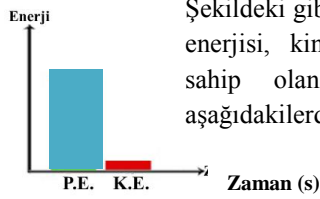
- A) Kuvvetten kazanç sağlayabilirler.  
 B) Yoldan kazanç sağlayabilirler.  
 C) Kuvvetten ve yoldan aynı anda kazanç sağlayabilirler.  
 D) İş yapma kolaylığı sağlarlar.

37. Sabit makara ile ilgili aşağıdaki yorumlardan hangisi **doğrudur**?

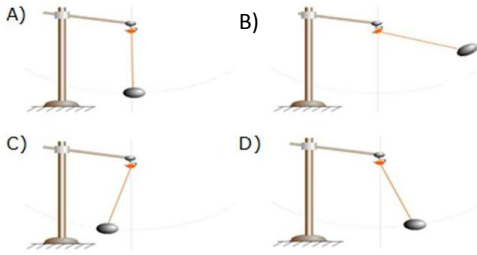


- A) Kuvvetten kazanç sağlar.  
 B) İşten ve enerjiden kazanç sağlar.  
 C) Kuvvetin yönünü değiştirir ve iş yapma kolaylığı sağlar.  
 D) Yoldan kazanç sağlar.

38.



Şekildeki gibi bir çekim potansiyel enerjisi, kinetik enerji grafiğine sahip olan sarkacın konumu aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

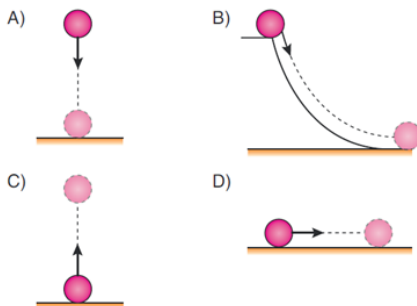


39. Çocuk, aynı oyuncak arabayı farklı yüzeylerde sabit süratle hareket ettiriyor. Buna göre çocuğun bu yüzeylerde arabaya uyguladığı **kuvvetlerin büyüklükleri** arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

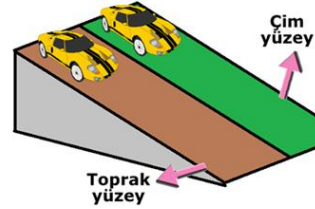


- A)  $F_1 = F_2 = F_3$  B)  $F_1 > F_2 > F_3$   
 C)  $F_3 > F_2 > F_1$  D)  $F_2 > F_1 > F_3$

40. Hareket yönü ok işaretleriyle belirtilen aşağıdaki sistemlerin hangisinde cismin **potansiyel enerjisi artarken kinetik enerjisi azalır**? (Sürtünme ihmal ediliyor.)



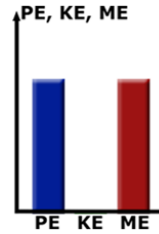
41. Bir çocuk eline aldığı özdeş iki arabayı, bir tarafı çim diğer tarafı toprak olan eğik düzlemde aynı anda bırakıyor. Toprakta ilerleyen arabanın eğik düzlemde daha hızlı indiğini görüyor.



Buna göre çocuk aşağıdaki hipotezlerden hangisini test etmek için bu deney düzenlediğini düzenlemiş **olabilir**?

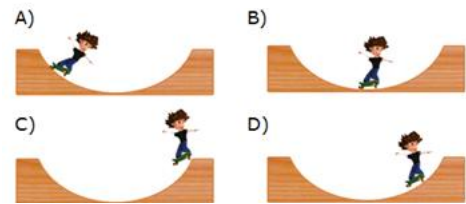
- A) Sürtünme kuvveti ortamın cinsine göre değişir.  
 B) Sürtünme kuvveti ağırlık ile doğru orantılı olarak artar.  
 C) Sürtünme kuvveti sürtünen cismin cinsine de bağlıdır.  
 D) Sürtünme kuvveti eğik düzlemin boyuna bağlıdır.

42.



Bir kaykaycının potansiyel enerji, kinetik enerji ve mekanik enerjisini gösteren grafik şekilde gibidir.

Buna göre kaykaycının pistteki konumu aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?



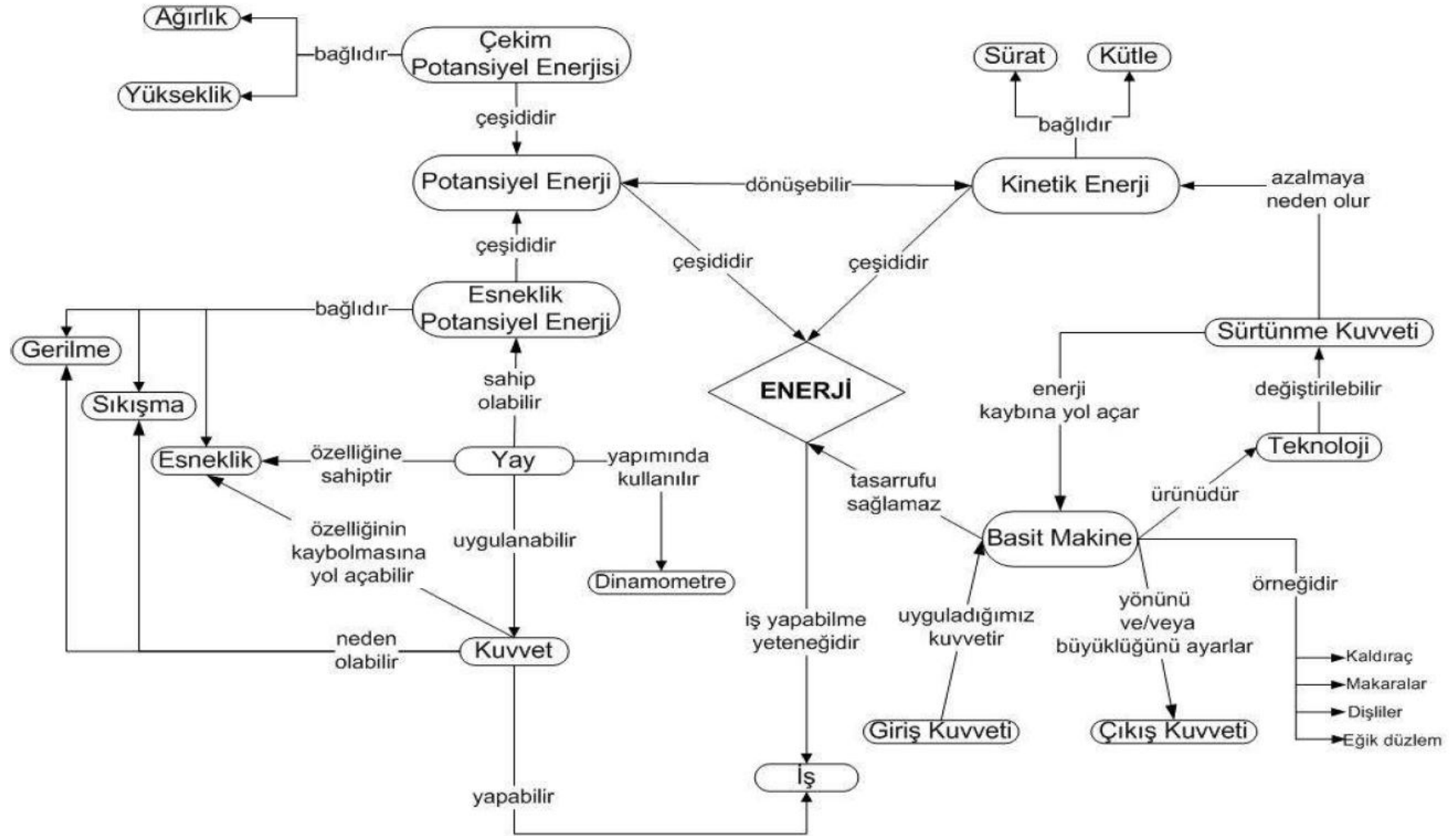
43. Burak'ın yaptığı posterdeki halteri havada tutan sporcu resmi üzerine arkadaşları tartışmaya başlıyor:



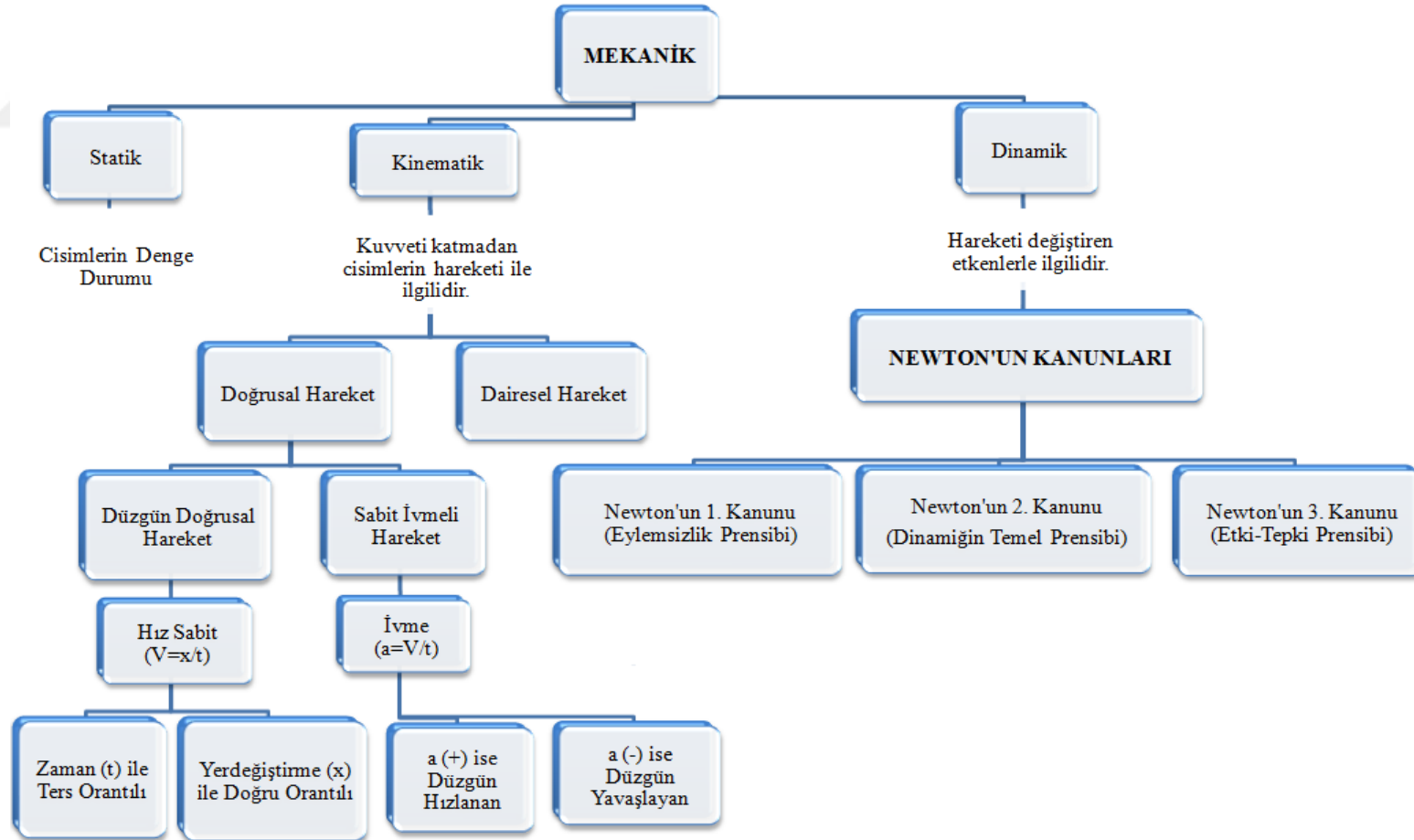
Burak'ın arkadaşlarının görüşlerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- A) Onur B) Öykü  
 C) Onur ve Oylum D) Onur, Oylum ve Öykü

## EK 2: KUVVET VE HAREKET KONUSU İLE İLGİLİ KAVRAM HARİTASI

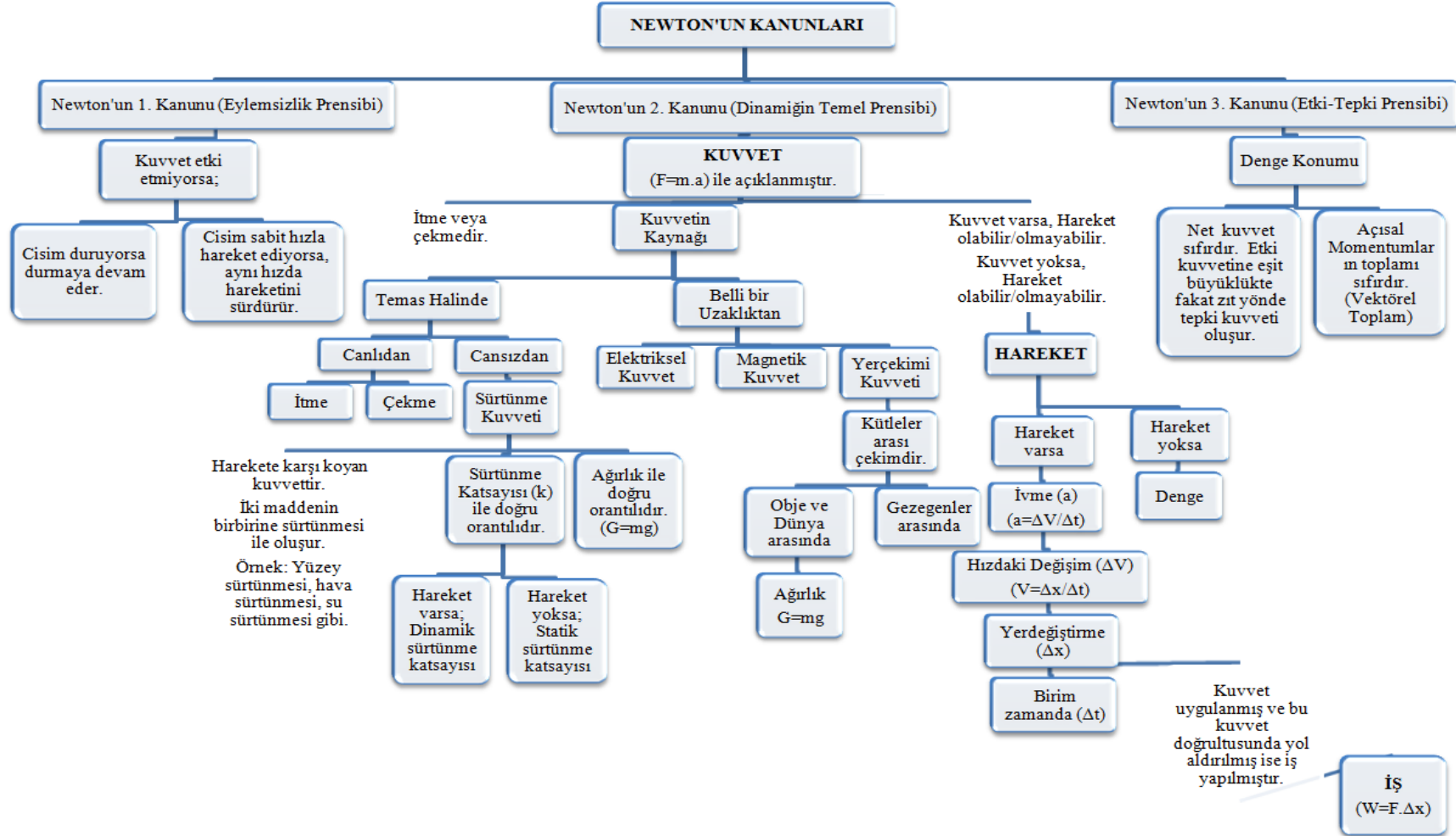


### EK 3: KUVVET VE HAREKET KONUSU İLE İLGİLİ KAVRAM HARİTASI - MEKANİK, STATİK, KİNEMATİK, DİNAMİK İLİŞKİSİ





## EK 4: KUVVET VE HAREKET KONUSU İLE İLGİLİ KAVRAM HARİTASI - NEWTON'UN KANUNLARI, KUVVET VE HAREKET İLİŞKİSİ

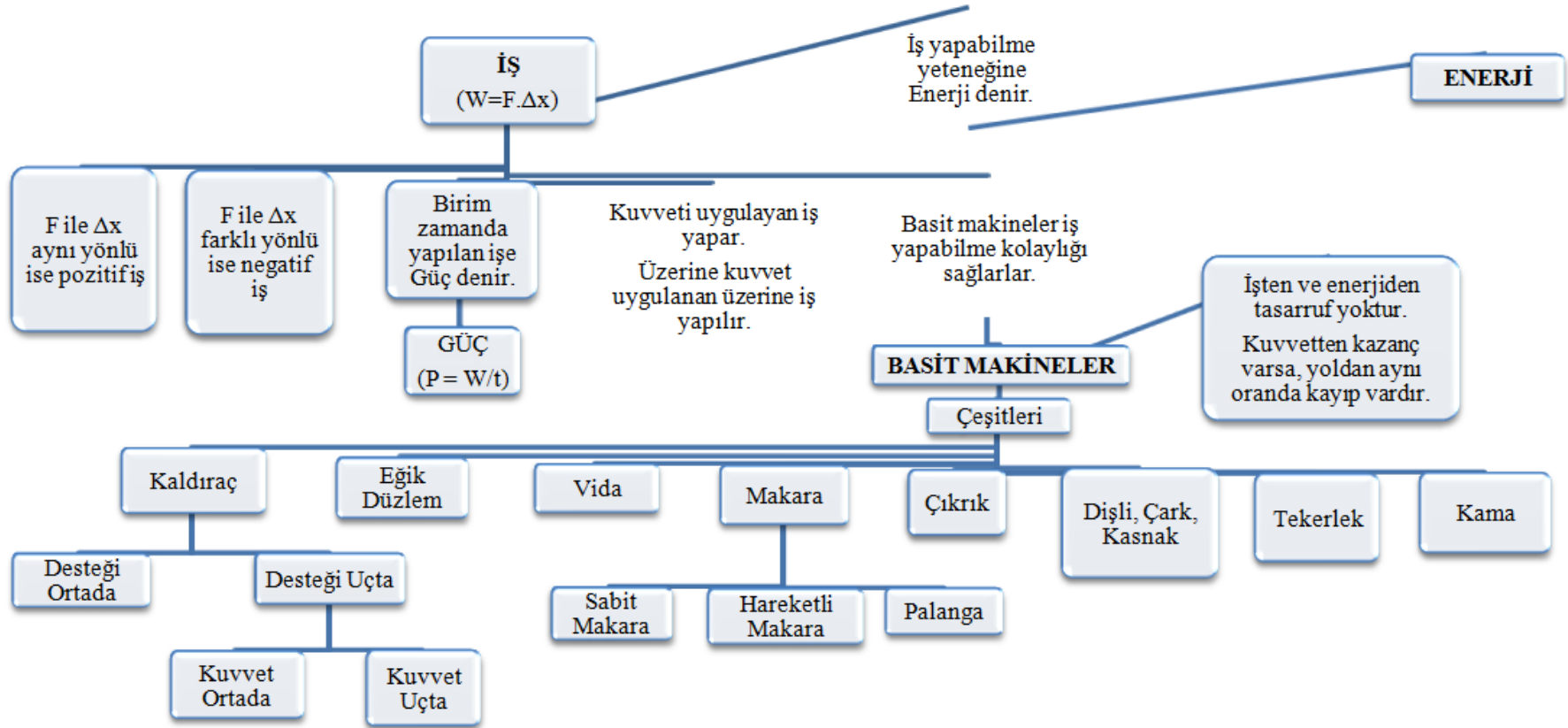


Kuvvet uygulanmış ve bu kuvvet doğrultusunda yol aldırılmış ise iş yapılmıştır.

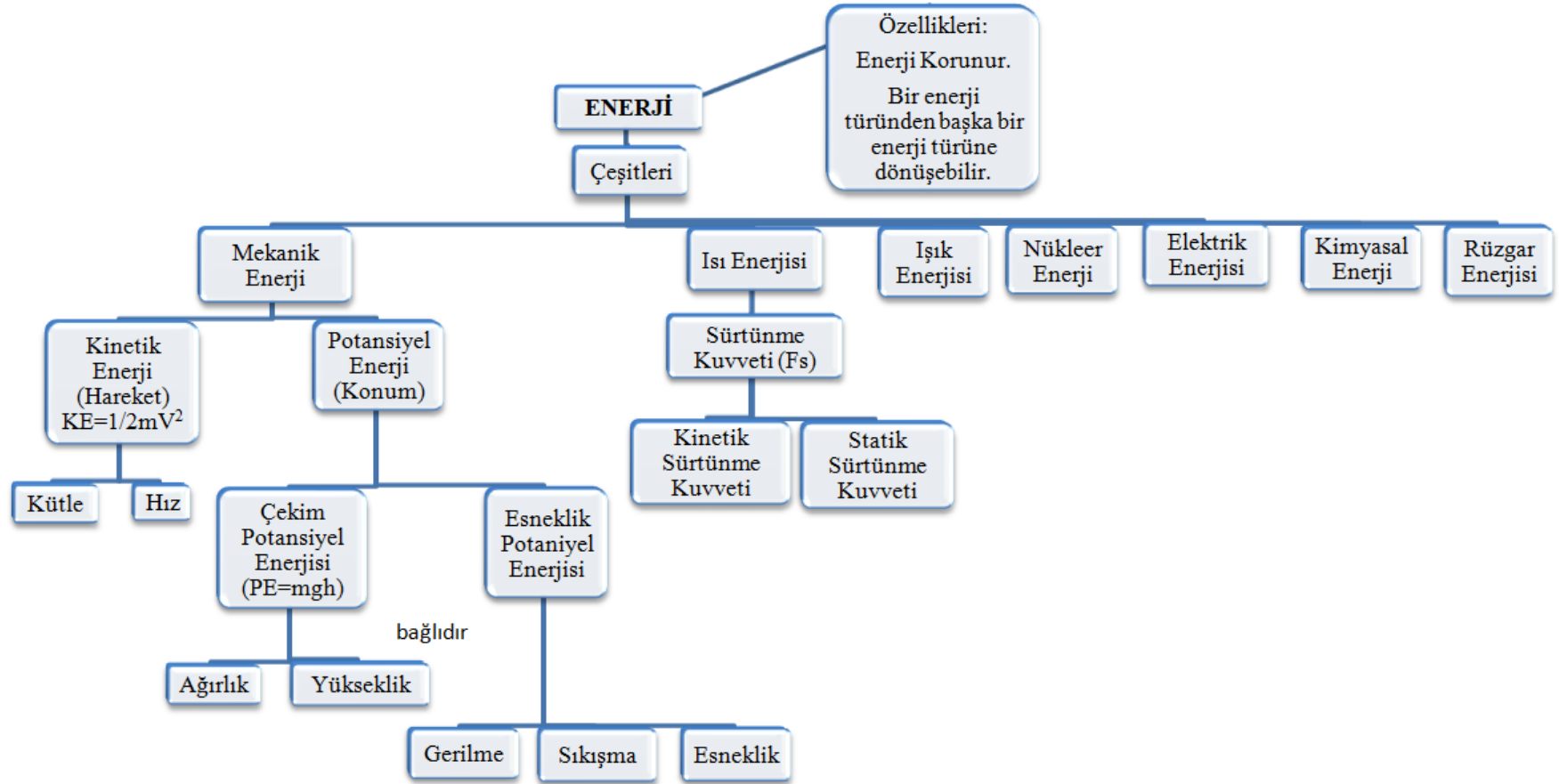
**İŞ**  
( $W=F \cdot \Delta x$ )



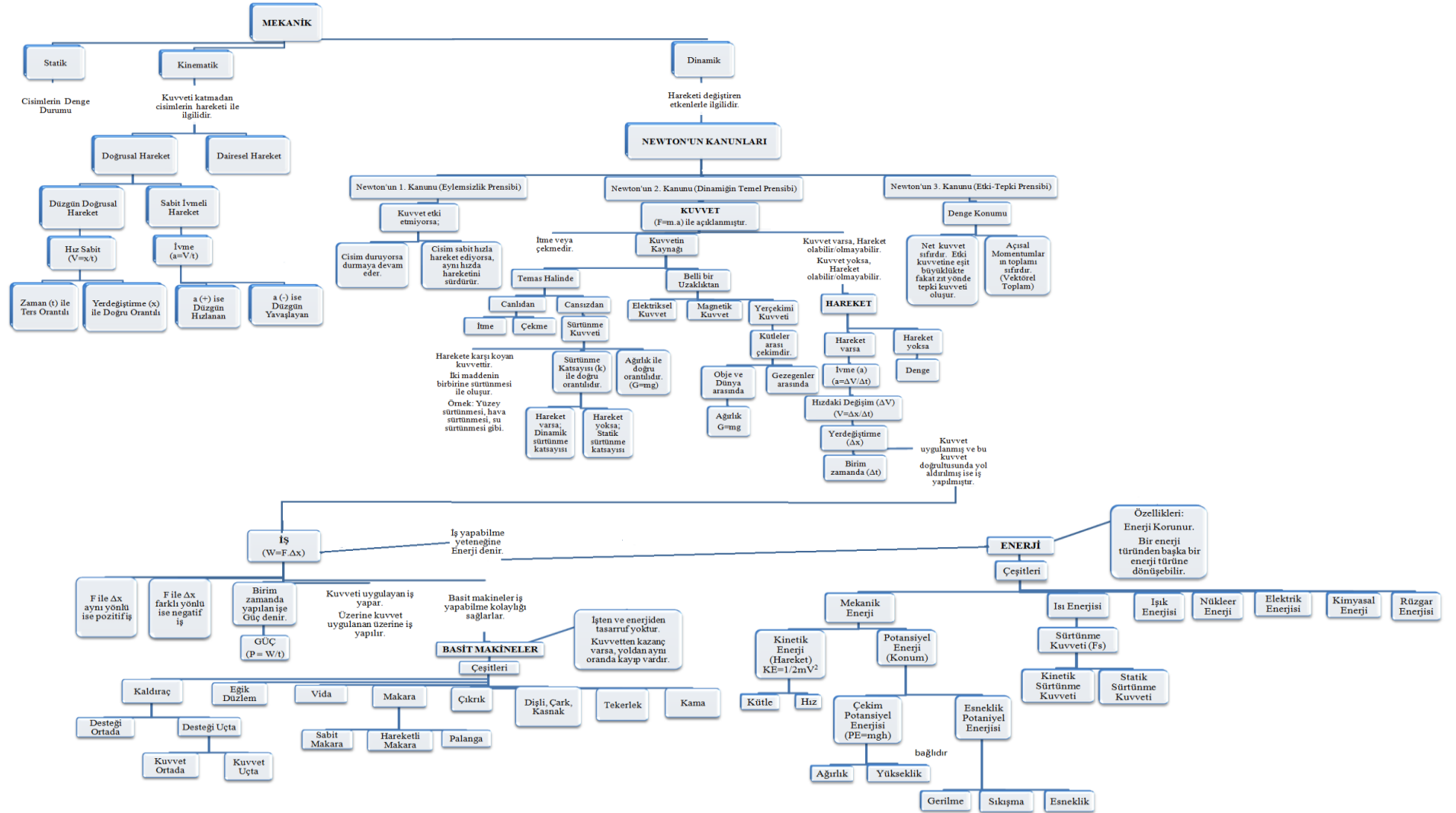
## EK 5: KUVVET VE HAREKET KONUSU İLE İLGİLİ KAVRAM HARİTASI - İŞ, GÜÇ, ENERJİ VE BASİT MAKİNELER İLİŞKİSİ



## EK 6: KUVVET VE HAREKET KONUSU İLE İLGİLİ KAVRAM HARİTASI - ENERJİ ÇEŞİTLERİ VE ENERJİNİN ÖZELLİKLERİ



## EK 7: KUVVET VE HAREKET KONUSU İLE İLGİLİ KAVRAM HARİTASI - BÜTÜN KAVRAMLAR



## **EK 8: ANİMASYON DESTEKLİ ÖĞRETİM YÖNTEMİNDE UYGULANMAK ÜZERE GELİŞTİRİLEN ANİMASYONLAR**

### **Kinematik İle İlgili Animasyonlar**

Kinematik konusuyla ilgili 'Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir?' ve 'Farklı Ağırlıktaki Cisimler Aynı Yükseklikten Bırakılırsa Hangisi Daha Önce Yere Varır?' başlıklı 2 adet animasyon hazırlanmıştır.

#### **1. Animasyon: Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir?**

Animasyon destekli öğretim yönteminin kullanıldığı deney grubunda uygulanan "Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir?" başlıklı ilk animasyon, Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin 17. sorusunda belirlenen kavram yanlışlarını gidermek amacıyla hazırlanmıştır. 1. animasyonun ekran görüntüleri sonraki sayfalarda görülmektedir.

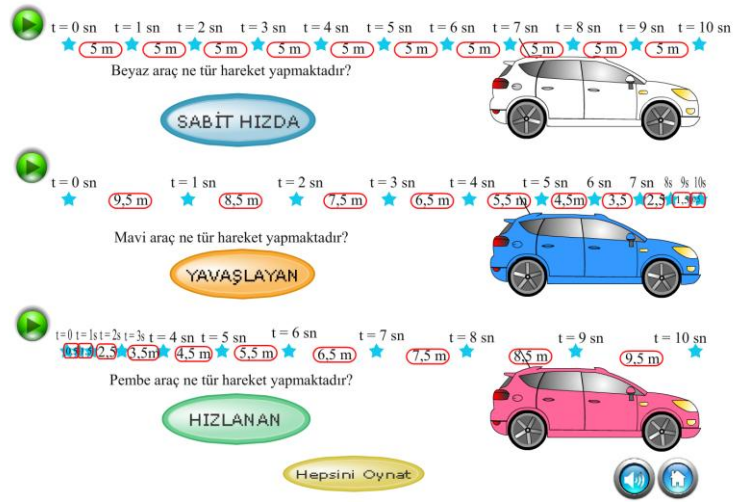
Bu animasyonun uygulanması sonucunda şu kazanımlar elde edilir:

- Süratin birim zamanda alınan yol miktarı olduğunu keşfeder.
- Hareketlinin birim zamanda aldığı yol miktarındaki değişime göre hangi hareketi yaptığını belirtir.
- Aynı anda aynı noktadan geçen hareketlilerin anlık hızlarının farklı olabileceğini fark eder.

Animasyonun uygulanması sırasında giderilmesi hedeflenen kavram yanlışları ise şunlardır:

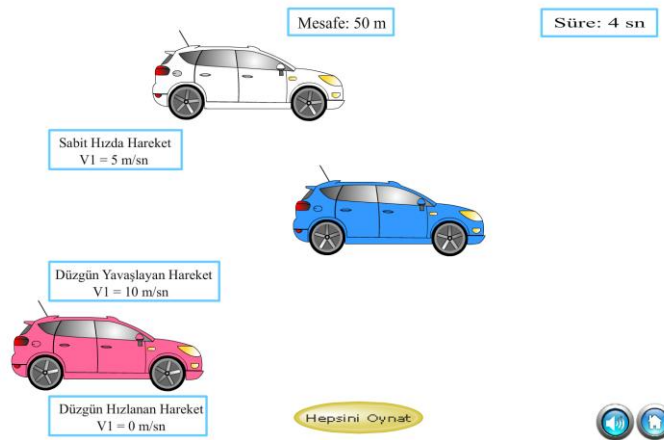
- Cisimler hareketleri sırasında yan yana geldikleri anda hızları eşittir.
- Bir cismin sabit hızda gidebilmesi için sabit kuvvet gereklidir.

Bu animasyon üç bölümden oluşmaktadır. Animasyonun ilk bölümünde sahnede farklı hareketler yapan üç tane araba görülmektedir. Bu arabaların birim zamanda aldıkları yol miktarındaki değişime dikkat ederek, öğrencilerin bu arabaların ne tür hareket yaptıklarını belirtmeleri istenmektedir. Bu uygulama ile arabaların birim zamanda aldıkları yol miktarındaki artış, azalış veya sabit kalmaya bağlı olarak hızlanan, yavaşlayan veya sabit süratte hareket yaptıklarının keşfedilmesi amaçlanmaktadır.



### Birinci Animasyon: Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir? - Farklı Hareketlerin Keşfedilmesi

Animasyonun ikinci bölümünde, aynı sürede aynı mesafeyi alan fakat farklı hareketler yapan üç araç görülmektedir. Bu araçlar eşit sürede eşit yol almalarına rağmen birinin hızlanan, diğerinin yavaşlayan, bir diğerinin ise sabit hızda hareket yapabileceği vurgulanmıştır. Animasyonun üçüncü bölümünde ise, "Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi"nin 17. sorusunda olduğu gibi farklı hareketler yapan üç araç görülmektedir. Bu araçlar 3. ve 5. saniyede aynı noktadan geçmektedirler, fakat sadece 1-2 sn arasında eşit hızda gitmektedirler. Bu animasyon izlendikten sonra öğrencilere bu araçların hızlarının aynı olduğu bir an olup olmadığı, varsa kaçınıcı saniyede hızlarının eşit olduklarını düşündükleri sorulmaktadır.



### Birinci Animasyon: Aynı Anda Aynı Noktadan Geçen Araçların Hızları Birbirine Eşit Midir? - Aynı Zamanda Aynı Yolu Alan Hareketliler Farklı Hareketler Yapabilir

Öğrencilerin bu aşamada verdikleri cevaba göre, kavram yanlışları olduğu tespit edilirse, bu kavram yanlışlarını gidermek amacıyla, daha detaylı açıklamaların olduğu sayfaya yönlendirilmektedir. Bu açıklama sayfasında, sürat kavramının birim zamanda alınan yol miktarı olduğu ve aynı anda aynı noktadan geçmeyle bir bağlantısının bulunmadığı üzerinde durulmuştur. Bu animasyon ile bazı öğrencilerin sahip olabileceği, araçların yan yana geldikleri anlarda hızlarının eşit olduğu yönündeki kavram yanlışlarının giderilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Animasyon: Farklı Ağırlıktaki Cisimler Aynı Yükseklikten Bırakılırsa Hangisi Daha Önce Yere Varrır?

'Kuvvet ve Hareket' konusu ile ilgili hazırlanan animasyonların ikincisi, aynı yükseklikten bırakılan, farklı ağırlıktaki cisimlerin hangisinin yere daha önce varacağı ile ilgili kavram yanlışlarını gidermeye yönelik hazırlanmıştır. Bu durum ile ilgili öğrenci düşünceleri 'Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin 1. sorusunda irdelenmiştir. KHKKT'nin ön test sonuçları incelendiğinde, hem kontrol, hem de deney grubundaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun ön testte daha ağır cisimlerin yere daha çabuk ulaşacağını belirttikleri gözlenmiştir. Öğrencilerin bu kavram yanlışını düzeltebilmek amacıyla 2 numaralı animasyon hazırlanmıştır. Bu animasyonun ekran görüntüsü aşağıda görülmektedir.

İki numaralı animasyon öğrencilerin konu ile ilgili fikirlerini sorgulayan bir soru ile başlamaktadır. Öğrenci tahminlerini işaretledikten sonra tahminlerinin doğru olup olmadığını yapacakları uygulama sonucunda kendileri keşfedebilmektedirler.



### İkinci Animasyon: Farklı Ağırlıktaki Cisimler Aynı Yükseklikten Bırakılırsa Hangisi Daha Önce Yere Varrır?

Animasyonda bir evin ikinci katında camdan dışarı bakmakta olan bir kişi görülmektedir. Farklı ağırlıktaki topların (basketbol, bowling, futbol, voleybol, bilardo, tenis, golf topu gibi) seçilerek, aynı yükseklikten aynı anda bırakılmaları sağlanmaktadır. Topların yere düşüşü sırasında birim zamanda aldıkları yollar, iz bırakma yöntemiyle izleyenlere gösterilmektedir. Animasyonda bırakılan farklı ağırlıktaki cisimlerin aynı anda aynı noktadan geçtikleri görülmektedir. Bu sayede öğrenciler farklı ağırlıkta olmalarına rağmen farklı cisimlerin aynı yükseklikten bırakıldıklarında, yere düşüş sürelerinin değişmeyeceğini ve cisimlerin yere düşüş sürelerinin ağırlıktan bağımsız olduğunu keşfedebileceklerdir. Animasyonun sonunda öğrencilere yaptıkları gözlemden ne sonuç çıkardıkları ve uygulamanın sonunda farklı ağırlıktaki cisimlerin yere varış süreleri ile ilgili hangi sonuca vardıkları tekrar sorulmaktadır. Öğretmenin açıklamalarıyla uygulanan animasyon desteklenir. Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nin son test sonuçları analiz edildiğinde bu animasyonun uygulandığı deney grubunda kavram yanlışlığının düzeltildiğine yönelik bulgulara ulaşılmıştır ve animasyonun izlendiği deney grubunda konu ile ilgili soruyu doğru cevaplayanların oranında anlamlı bir artış saptanmıştır. Buradan animasyon uygulamasının kavram yanlışlıklarını düzeltme konusunda yararlı olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir.

### **Dinamik (Newton'un Kanunları) İle İlgili Animasyonlar**

#### **Newton'un Birinci Kanunu (Eylemsizlik Prensibi) İle İlgili Animasyonlar**

3, 4 ve 5 numaralı animasyonlar, Newton'un 1. Kanunu olan eylemsizlik prensibi ile ilgili animasyonlardır. Bu animasyonlardaki etkinliklerin öğretim sürecinde uygulanması ile ulaşılması hedeflenen kazanımlar şunlardır:

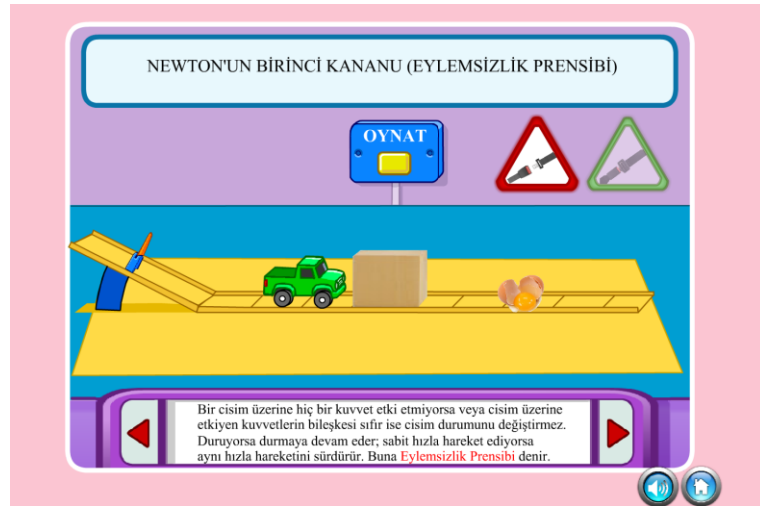
- Maddenin eylemsizlik özelliğini açıklar.
- Günlük hayat örnekleri üzerinden eylemsizliği tartışması sağlanır.
- Can güvenliği açısından emniyet kemerinin önemini kavrar.
- Eylemsizlik kuvvetinin, cisme etkiyen net kuvvete zıt yönlü olduğunu fark eder.
- Hareketin net kuvvetin yönünde olması gerektiğini kavrar.

Bu animasyonların uygulanmasıyla giderilmesi hedeflenen kavram yanlışları ise şunlardır:

- Cisme etkiyen net kuvvet ile eylemsizlik kuvveti aynı yönlüdür.
- Cismin hareket edebilmesi için, her zaman cisme hareket yönünde bir kuvvet etkilemelidir. (Bir cisim hareket halindeyse, hareketin doğrultusunda ona etki eden bir kuvvet vardır.)
- Hareket net kuvvetin (büyük kuvvetin) yönünde olur.

### 3. Animasyon: Emniyet Kemerini Bağlanmadan Yumurta Taşıyan Bir Aracın Önüne Engel Çıkarsa Ne Olur? - Emniyet Kemerinin Önemi

Bu animasyonda Newton'un birinci kanunu olan eylemsizlik prensibi irdelenmiştir. Newton'un 1. Kanunu olan eylemsizlik prensibine göre; bir cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmiyorsa veya cisim üzerine etkiyen kuvvetlerin bileşkesi sıfır ise cisim durumunu değiştirmez. Duruyorsa durmaya devam eder; sabit hızla hareket ediyorsa aynı hızla hareketini sürdürür (MEB, 2014). Yani cisim ilk durumunu koruma isteğindedir. Cisim hareket ediyorsa hareketine devam etme eğiliminde, duruyorsa da durmaya devam etme eğilimindedir.



### Üçüncü Animasyon: Newton'un Birinci Kanunu (Eylemsizlik Prensibi) - Emniyet Kemerinin Bağlı Olmama Durumu

Bu animasyon, yumurta taşımakta olan bir oyuncak arabanın önüne aniden bir engel çıktığında, emniyet kemeri bağlıyken ve emniyet kemeri bağlı değilken yumurtanın yapacağı hareketleri göstermektedir. Animasyonda, emniyet kemeri bağlı değilken,



aracın önüne bir engel çıktığında veya aracın aniden durması gerektiğinde yolcuların öne doğru savrulduğu ve istenmeyen sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir. Halbuki emniyet kemerinin bağlı olduğu durumda yolcular veya taşınan diğer maddeler öne doğru savrulma eğiliminde olsalar bile, koltuğa bağlı olduklarından araçtan uzaklaşmazlar ve istenmeyen durumlarla karşılaşmaz. Bu animasyonda öğrencilerin seyahatlerde emniyet kemeri kullanmanın can güvenliği açısından ne kadar önemli olduğunu fark etmeleri amaçlanmıştır.

Animasyonun başında eylemsizlik prensibinin tanımı görülmektedir. Kullanıcı hazır olduğunda sonraki sayfalara aşağıda bulunan ok butonlarını kullanarak geçebilir. İkinci sayfada animasyonun konusu ile ilgili bilgilere ve animasyonun nasıl kullanılacağı ile ilgili yönergelere ulaşılmaktadır. Emniyet kemerinin takılı olmadığı ve takılı olduğu durumları gözlemleyebilmek için; emniyet kemerini açık ve kapalı olarak simgeleyen iki adet tıklanabilir buton bulunmaktadır. Yanlış bir davranış olduğunu vurgulamak için kemerin açık olduğunu simgeleyen buton kırmızı çerçeveye gösterilmiştir. Doğru bir davranış olduğunu vurgulamak için de kemerin takılı olduğunu simgeleyen buton da yeşil çerçeveye gösterilmiştir. Öğrenci sırasıyla önce emniyet kemerinin takılmadığı durumda, oyuncak araba bir engele çarptığında üstünde bulunan yumurtanın öne doğru savrulacağını ve kırılacağını gözlemler. Daha sonra emniyet kemerinin takıldığı durumda aynı olayı gözlemler ve yumurtanın zarar görmeden arabada kaldığını gözlemler. Böylece öğrenciler, günlük hayatta emniyet kemeri kullanarak seyahat etmenin ne kadar önemli olduğunu kavrarlar.



**Üçüncü Animasyon: Newton'un Birinci Kanunu (Eylemsizlik Prensibi) - Emniyet Kemerinin Bağlı Olma Durumu**

7. sınıf müfredatında Newton'un kanunları ve eylemsizlik prensibi gibi terimler yer almadığından, bu animasyon öğrencilere izlettirilirken bu terimler kullanılmamıştır. Ancak 'Kuvvet ve Hareket' konusu ile ilgili ileriki sınıflarda da kullanılabilir, konu bütünlüğünün olduğu kapsamlı animasyonlar geliştirilmek istendiğinden bu animasyona bu uygulama içerisinde yer verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin emniyet kemeri kullanma alışkanlığı aşılması bakımından yararlı olabileceği düşünülmüştür.

#### **4. Animasyon: Hareket Halindeki Bir Araç Aniden Durdurulursa, Araç İçindeki Yolcular Hangi Yöne Savrulur?**

'Kuvvet ve Hareket Konusuyla İlgili Animasyonlar' uygulamasında yer alan 4. animasyonun başlığı 'Hareket halindeki bir araç aniden durdurulursa, araç içindeki yolcular hangi yöne savrulur?'dur. Uygulamada yer alan 3., 4. ve 5. animasyonlar Newton'un 1. Kanunu olan eylemsizlik prensibi ile ilgilidir. Bu animasyonda; trafik lambası kırmızı ışığı gösterdiğinde aracın yaptığı durma hareketi ve minibüs içindeki yolcuların bu esnada öne doğru savrulmaları görülmektedir. Bunun nedeni, minibüs şoförü kırmızı ışığı gördüğünde frene basar ve minibüsün yavaşlamasını sağlayan geriye doğru ivme oluşur. Minibüs içindeki yolcular önceki durumlarını muhafaza etme eğilimindedirler, yani ileri doğru gitme eğilimindedirler. Araca geriye doğru etkiyen kuvvet, içindeki yolcuları tam ters istikamette etkiler ve ileri yöndeki eylemsizlik kuvveti etkisiyle yolcuların öne gitmesine sebep olur. Araç şoförünün kırmızı ışığı aniden fark etmesi üzerine ani fren yapması ve yolcuların eylemsizlik kuvveti nedeniyle bundan etkilenip öne doğru savrulmasını gösteren görsel aşağıda yer almaktadır.



**Dördüncü Animasyon: Hareket Halindeki Bir Araç Aniden Durdurulursa, Araç İçindeki Yolcular Hangi Yöne Savrulur? - Yavaşlama Hareketi**

Bu animasyonda da, 3. animasyonda olduğu gibi, emniyet kemerinin önemi vurgulanmaktadır. Ani yapılan frenlerde, yolcuların başlarını ön cama veya koltuğa vurma riskleri vardır, bu gibi istenmeyen durumlardan emniyet kemeri vasıtasıyla kurtulunabilir. Animasyonun ikinci kısmında, trafik lambasının yeşili göstermesiyle beraber şoförün gaza basması ve aniden hızlanmasıyla, yolcuların bu sefer geriye doğru gittikleri görülmektedir. Ani kalkışlarda, gaza basılmasıyla, hızı arttıracak ileri yönde kuvvet etkir. Araç içinde bulunan yolculara ise buna tam ters yönde eylemsizlik kuvveti etkir. Bu kuvvetin etkisiyle yolcular ters yöne yani geriye doğru savrulurlar. Bu durumu gösteren görsel aşağıda yer almaktadır.



**Dördüncü Animasyon: Hareket Halindeki Bir Araç Aniden Durdurulursa, Araç İçindeki Yolcular Hangi Yöne Savrulur? - Hızlanma Hareketi**

Öğrencilerin günlük hayatta sık karşılaştıkları bu durumlar hakkındaki ön fikirleri animasyonlar izletilmeden önce sorgulanır. Öğrencilerin günlük hayattaki tecrübelerine dayanarak, araç ani fren yaptığı veya ani kalkış yaptığı içinde bulunan yolcuların bundan nasıl etkilendiği ve öne doğru mu yoksa arkaya doğru mu hareket ettikleri hakkındaki izlenimlerini paylaşmaları istenir. Animasyonlar izlettirildikten sonra bu durumun sebepleri tartışılır ve öğretmen tarafından açıklanır. 7. sınıf öğretim programında 'eylemsizlik prensibi' kavramı yer almadığından bu terim kullanılmadan açıklama yapılır.

**5. Animasyon: Asansörde Ağırlığımız Değişebilir mi?**

5. sırada yer alan animasyon 'Asansörde Ağırlığımız Değişebilir mi?' başlıklı animasyondur. Bu animasyon da tıpkı 3. ve 4. animasyonlarda olduğu gibi Newton'un birinci kanunu olan eylemsizlik prensibi ile ilgilidir. Bu animasyon izlettirilmeden önce,

öğrencilerin ilgisini çekmek amacıyla, 'Kendi ağırlığını olduğundan daha hafif veya daha ağır olarak ölçmek isteyen bir kişi eğer asansörde tartılırsa bunu başarabilir mi?' sorusu sorularak başlanabilir.



### Beşinci Animasyon: Asansörde Ağırlığımız Değişebilir mi?

Bu animasyonda görülen asansör üç farklı hareket yapmaktadır; düzgün hızlanan, düzgün yavaşlayan ve sabit hızlı hareket. Animasyonda, asansörde görülen kişinin ağırlığının, asansörün hareket yönü ve yaptığı hareket çeşidi değiştiğinde bundan nasıl etkilendiği tartışılmaktadır.

Asansörün sabit hızla hareket ettiği durumda, ivme sıfır olduğundan asansörün içinde bulunan kişilere herhangi bir eylemsizlik kuvveti etkimeyecektir. Bu durumda asansör aşağı da hareket etse, yukarı da hareket etse, asansörün içinde bulunan kişilerin ağırlıklarında herhangi bir değişim gözlenmeyecektir.

Asansörün yukarı doğru hızlanan hareket yaptığı durumda, asansörün hızlanmasına sebep olan, hareketiyle aynı yönlü bir kuvvet etkimektedir. Eylemsizlik prensibine göre, asansörün içinde bulunan kişilere ise bunun tam tersi yönde yani aşağı doğru eylemsizlik kuvveti etki eder. Bu durumda asansörün içindeki kişiye aşağı yönde hem yerçekimi kuvveti, hem de eylemsizlik kuvveti etki eder. Kişiye etkiyen aşağı yönlü iki kuvvetin toplamıyla, asansörün yukarı doğru hızlanan hareket yaptığı sırada ölçülen ağırlık değerinin normalden daha fazla olduğu görülür. Yani bu durumda kişinin ağırlığı, olduğundan daha fazla ölçülür.

Asansörün yukarı doğru yavaşlayan hareket yaptığı durumda, asansörün yavaşlamasına sebep olan, hareketine zıt yönlü, yani aşağı doğru bir kuvvet etkimektedir. Eylemsizlik prensibine göre, asansörün içinde bulunan kişilere ise bunun tam tersi yönde yani yukarı doğru eylemsizlik kuvveti etki eder. Bu durumda asansörün içindeki kişiye aşağı yönde yerçekimi kuvveti ve yukarı yönde eylemsizlik kuvveti etki eder. Yerçekimi kuvveti ve eylemsizlik kuvveti birbirine ters yönde olduklarından, asansörün yukarı doğru yavaşlayan hareket yaptığı sırada ölçülen ağırlık değerinin normalden daha az olduğu görülür. Yani bu durumda kişinin ağırlığı, olduğundan daha az ölçülür.

Asansörün aşağı doğru hızlanan hareket yaptığı durumda, asansörün hızlanmasına sebep olan, hareketiyle aynı yönlü, yani aşağı doğru bir kuvvet etkimektedir. Eylemsizlik prensibine göre, asansörün içinde bulunan kişilere ise bunun tam tersi yönde yani yukarı doğru eylemsizlik kuvveti etki eder. Bu durumda asansörün içindeki kişiye aşağı yönde yerçekimi kuvveti ve yukarı yönde eylemsizlik kuvveti etki eder. Yerçekimi kuvveti ve eylemsizlik kuvveti birbirine ters yönde olduklarından, asansörün aşağı doğru hızlanan hareket yaptığı sırada ölçülen ağırlık değerinin normalden daha az olduğu görülür. Yani bu durumda kişinin ağırlığı, olduğundan daha az ölçülür.

Asansörün aşağı doğru yavaşlayan hareket yaptığı durumda, asansörün yavaşlamasına sebep olan, hareketine zıt yönlü, yani yukarı doğru bir kuvvet etkimektedir. Eylemsizlik prensibine göre, asansörün içinde bulunan kişilere ise bunun tam tersi yönde yani aşağı doğru eylemsizlik kuvveti etki eder. Bu durumda asansörün içindeki kişiye aşağı yönde hem yerçekimi kuvveti, hem de eylemsizlik kuvveti etki eder. Kişiye etkileyen aşağı yönlü iki kuvvetin toplamıyla, asansörün aşağı doğru yavaşlayan hareket yaptığı sırada ölçülen ağırlık değerinin normalden daha fazla olduğu görülür. Yani bu durumda kişinin ağırlığı, olduğundan daha fazla ölçülür.

Bu animasyon ile öğrenciler, asansörün yaptığı harekete göre, asansörün içindeki kişilerin ölçülen ağırlık değerinin nasıl etkilendiğini kavrayabilmektedirler. Özetlemek gerekirse, yukarıya doğru yavaşlayan hareket ve aşağı doğru hızlanan hareket yapan asansörün içindekilerin ağırlığı olduğundan daha az, yukarıya doğru hızlanan hareket ve aşağıya doğru yavaşlayan hareket yapan asansörün içindekilerin ağırlığı olduğundan daha fazla ölçülür. Sabit hızlı yukarı ve aşağıya hareket eden asansörün içindekilerin ağırlıklarında ise herhangi bir fark gözlenmez.

## Newton'un İkinci Kanunu (Dinamiğin Temel Prensibi) İle İlgili Animasyonlar

### 6. Animasyon: Cisme Etkiyen Net Kuvvetin Hesaplanması

6. animasyondan 12.'ye kadar olan animasyonlar Newton'un 2. Kanunu olan dinamiğin temel prensibi ile ilgilidir. Bu animasyon aşağıdaki kazanımları gerçekleştirmek amacıyla hazırlanmıştır. Öğrenci;

- Bir cisme etki eden net kuvvetin sıfırdan farklı olması durumunda cismin dengelenmemiş kuvvetler etkisinde olduğunu belirtir.
- Bir cisme etki eden aynı doğrultudaki kuvvetlerin bileşkesini hesaplar.
- Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetlerin etkisindeki bir cisme etkiyen net kuvveti hesaplar ve yönünü belirtir.

**DENGELENMİŞ VE DENGELENMEMİŞ KUVVETLER**

Bir cisme etki eden net kuvvet sıfırsa **Dengelenmiş Kuvvet**, sıfırdan farklıysa **Dengelenmemiş kuvvet** var demektir.

**Dengelenmiş Kuvvet:**

- Net kuvvet sıfırdır
- Dengelenmiş kuvvet etkisindeki cisim ya duruyor,
- Ya da sabit süratle hareket ediyordur.



Yukarıdaki halat çekme oyununda zıt kuvvetler birbirine eşittir. Yani net kuvvet sıfırdır. Bu durumda hareket olmaz ve taraflar yenilemez. Hareketsiz ve sabit süratli her cisim dengelenmiş kuvvet etkisindedir.

### Altıncı Animasyon: Cisme Etkiyen Net Kuvvetin Hesaplanması - Dengelenmiş ve Dengelenmemiş Kuvvetler

'Cisme etkiyen net kuvvetin hesaplanması' başlıklı bu animasyon bileşke kuvvet (net kuvvet) kavramını açıklayan ve nasıl hesaplandığını anlatan slaytlarla başlamaktadır. Daha sonraki slaytlarda dengelenmiş kuvvet ile dengelenmemiş kuvvet arasındaki farklar irdelenmektedir. Dengelenmiş kuvvette yani net kuvvetin sıfır olduğu durumlarda, duran cismin durmaya devam edeceği, hareketli cismin de sabit süratte hareketine devam edeceği üzerinde durulmaktadır. Slaytlar görsellerle zenginleştirilmiştir. Sonraki slaytta dengelenmemiş kuvvet etkisindeki cismin yani net kuvvetin sıfır olmadığı durumda cismin hızlanan veya yavaşlayan hareket yapacağı

açıklanmıştır. Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvet etkisindeki cisimlere örnekler verilerek konunun pekiştirilmesi ve iki kavram arasındaki farkın belirginleştirilmesi sağlanmıştır. Daha sonraki sayfalarda net kuvvetin hesaplanması ile ilgili örnekler sunulmuştur. Bu örneklerden sonra, öğrencilerin kendilerinin hesaplayabileceği ve cevaplandırabileceği sorular yer almaktadır. Bu sorularda, farklı yönlerde uygulanan farklı kuvvetlerin etkisindeki cisimlere etkiyen net kuvveti ve yönünü bulmaları istenmektedir. Sorularda öğrencilerin net kuvveti hesaplaması, boş bırakılan alana cevabını yazması, net kuvvetin yönünü belirtmesi ve cismin dengelenmiş mi yoksa dengelenmemiş kuvvet etkisinde mi olduğuna karar verip işaretlemesi istenmektedir. Öğrenciler verdikleri cevabın doğru olup olmadığını eş zamanlı olarak kontrol edebilmektedirler. Sorunun çözümü ile ilgili problem yaşarlarsa ‘Çözüm’ butonuna tıklayarak daha detaylı bilgiye ulaşabilmektedirler. Sorular basitten karmaşığa doğru sıralanmışlardır. Öğrenciler soruları çözdükçe ileri okları kullanarak sonraki soruya geçebilmektedirler.

**DENGELENMİŞ VE DENGELENMEMİŞ KUVVETLER**

**SORU 3:** Aşağıdaki kutuya etkiyen net kuvvet kaç Newton'dur?

F5 = 9N      F6 = 6N

F1 = 23N      F3 = 12N

F2 = 7N      F4 = 8N

F7 = 15N

Net Kuvvet:  N'dur. Kontrol Et

Dengelenmiş Kuvvet    Dengelenmemiş Kuvvet

Çözüm

**Altıncı Animasyon: Cisme Etkiyen Net Kuvvetin Hesaplanması - Soru Örneği**

### 7. Animasyon: Net Kuvvet - Kütle - İvme İlişkisi ( $F = m.a$ )

‘Net kuvvet–Kütle–İvme İlişkisi’ başlıklı 7 numaralı animasyon Newton’un 2. Kanunu olan dinamiğin temel prensibi ile ilgilidir. Bu animasyon, farklı kütlelerdeki cisimlere uygulanan farklı kuvvetler sonucu cismin yapacağı hareketi göstermektedir. Bu animasyon ile ulaşılmaya hedeflenen kazanımlar şunlardır:



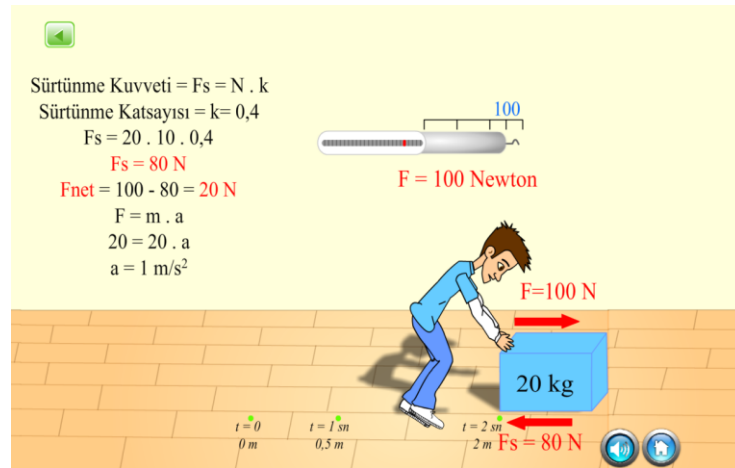
- Bir cisme etkiyen net kuvvet ile cismin ivmesi arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder.
- Duran bir cisme sürtünme kuvvetinden daha az, sürtünme kuvvetine eşit ve sürtünme kuvvetinden daha büyük kuvvetler uygulandığında cismin hareket edip etmeyeceğini gözlemler.

Giderilmesi amaçlanan kavram yanılgıları ise şunlardır:

- Cisme sabit kuvvet uygulandığında, cisim sabit süratle hareket eder.

Animasyon, öğrencinin 5 kg, 10 kg ve 20 kg'lık üç farklı kütledeki kutulardan bir tanesini, iki tanesini veya üçünü birden seçmesini istemesiyle başlar. Öğrenci kutulardan istediğini seçerek seçimini onaylar ve görüntüde seçilen kutu ve kutuyu itecek çocuk görülür. Daha sonra çocuğun uygulayacağı kuvvet miktarının dinamometrenin ilgili alanına tıklanarak seçilmesi istenmektedir. Örneğin 10 kg'lık kütleyle sahip bir cisme uygulanabilmesi için 30 N, 40N, 50N ve 60 N'luk seçenekler mevcuttur. Hareketin gerçekleşeceği zeminin sürtünme katsayısı 0,4 olarak verilmiştir. Yani  $F_s = N \cdot k$  formülünden 100 N'luk ağırlığa sahip cisme uygulanacak sürtünme kuvveti  $F_s = 100 \times 0,4 = 40$  N olarak bulunmaktadır. Bu durumda 40 N'dan az yani sürtünme kuvvetinden az bir kuvvet olan 30 N'luk kuvvet uygulandığında, çocuğun uygulayacağı kuvvet, sürtünme kuvvetinden büyük olmayacağı için cisim hareket ettirmeyi başaramayacaktır. Eğer 40 N'luk kuvvet uygulanması seçilirse, uygulanan kuvvet ile sürtünme kuvveti birbirine eşit olacak, dolayısıyla dengelenmiş kuvvet durumundan cisim yine hareket etmeyecektir. 50 N'luk kuvvet uygulanırsa  $F = m \cdot a$  formülünden,  $(50-40) = 10 \times a$  denklemi oluşacak, yani cisim  $1 \text{ m/s}^2$ 'lik ivme ile hızlanan hareket yapacaktır. Eğer 60 N'luk kuvvet seçilirse, bu sefer de  $(60-40) = 10 \times a$  eşitliğinden, cisim  $2 \text{ m/s}^2$  ivme ile hareket edeceği görülecektir. Buna benzer durum diğer kütleler ve diğer kuvvet seçenekleri için de geçerlidir. Öğrenci bu animasyonda sürtünme kuvvetinden az bir kuvvet uygulandığında, sürtünme kuvvetini eşit bir kuvvet uygulandığında, sürtünme kuvvetinden büyük bir kuvvet uygulandığında ve sürtünme kuvvetinden çok büyük bir kuvvet uygulandığında cismin yapacağı hareket hakkında fikir sahibi olabilmektedir. İvmenin arttığı durumda cismin daha hızlanarak gittiğini de gözlemleyebilmektedir.





### Yedinci Animasyon: Net Kuvvet - Kütle - İvme İlişkisi - Cisme Etkiyen Kuvvetlerin Gösterimi

7. Sınıf öğretim programında ivme kavramı ve  $F=m \cdot a$  formülü üzerinde durulmamakta, hesaplama yapılmamaktadır. Fakat ileriki yıllarda da öğrenciye yardımcı olabilmesi amacıyla, animasyonda hesaplama yöntemlerine ve açıklamalara da yer verilmiştir. Kuvvet miktarları ve yönleri oklarla gösterilmiştir. Bu sayede öğrencilerin uygulanan kuvvetleri, bunların yönlerini ve hareketi nasıl etkilediklerini daha kolay kavrayabilmeleri amaçlanmıştır.

### 8. Animasyon: Hareketin Yönü ile Net Kuvvetin Yönü Farklı Olabilir mi?

Newton'un 2. Kanunu olan dinamiğin temel prensibi ile ilgili hazırlanmış olan bir diğer animasyon "Hareketin Yönü ile Net Kuvvetin Yönü Farklı Olabilir mi?" başlıklı 8. animasyondur. Bu animasyon, öğrenciler arasında sıkça rastlanan düzgün doğrusal hareket ve sabit ivmeli hareket ile ilgili olan bazı kavram yanlışlarını gidermek amacıyla hazırlanmıştır. Örneğin yapılan çeşitli araştırmalarda düzgün doğrusal hareket yani sabit süratli hareket ile ilgili olarak öğrencilerin birçoğunun aşağıdaki kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür:

- Bir cismin sabit hızda gidebilmesi için sabit kuvvet gereklidir.
- Cismin hareket edebilmesi için, her zaman cisme hareket yönünde bir kuvvet etkimelidir.
- Hareket eden cismin içinde onun hareketinin devam etmesini sağlayan bir kuvvet vardır.

- Eğer cisme uygulanan bir kuvvet yoksa, veya net kuvvet sıfırsa, cisim ya duruyordur ya da yavaşlıyordur.

Düzgün yavaşlayan hareket ile ilgili olarak ise sıkça rastlanan kavram yanlışları şunlardır:

- Hareket net kuvvetin (büyük kuvvetin) yönünde olur.
- Bir cismin yavaşlamasının sebebi, onun hareketini sağlayan kuvvetin azalmasıdır.
- Bir cismin yavaşlamasının sebebi, cismin hareketine karşı koyan kuvvetin artmasıdır.

Bu animasyonda özellikle, net kuvvetin yönü ile hareketin yönünün aynı olabileceği gibi zıt da olabileceği, cismin yavaşlayabilmesi için hareketi sağlayan kuvvetin azalmasına veya harekete karşı koyan kuvvetin artmasına gerek olmadığı, net kuvvetin sıfır olma durumunda da hareketin olabileceği, cisme kuvvet uygulanmadığında (veya net kuvvet sıfır olduğunda) sabit süratle gideceği üzerinde durulmuştur.

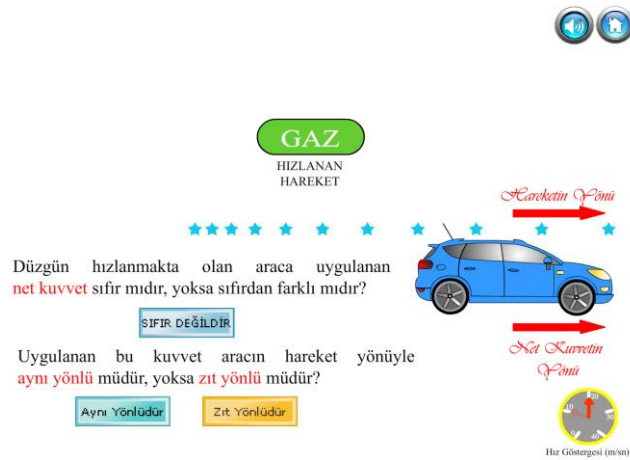
Düzgün yavaşlayan harekette uygulanan kuvvetin yönünü ve hareketin yönünü gözlemleyiniz.



### Sekizinci Animasyon: Hareketin Yönü İle Net Kuvvetin Yönü Farklı Olabilir Mi? - Yavaşlayan Hareket

Animasyonu öğrenciler için daha eğlenceli hale getirmek amacıyla, arabalar için renk seçenekleri eklenmiştir. Öğrenci belirlenen renklerden istediğini seçerek o arabayla animasyona devam edebilmektedir. Daha sonra gelen ekranda öğrencinin farklı hareketleri görebilmesi için üç seçenek bulunmaktadır. ‘Gaz’ butonuna tıkladığında hızlanan hareket, ‘Fren’ butonuna tıkladığında yavaşlayan hareket, gaza veya frene basılmadığı durumda da sabit hızlı hareket izlenebilmektedir. Öğrenci bu ekranda

tercihini yaptıktan sonra seçtiği hareketle ilgili animasyon ekrana gelmektedir. Örneğin gaza basıldığında aracın hızlandığı görülmektedir. Birim zamanda aracın geçtiği yerler işaretlenmiştir. Bu sayede hızlanan harekette birim zamanda alınan yol miktarının arttığı görülebilmektedir. Hızlanan harekette, net kuvvetin yönü ile hareketin yönünün aynı olduğu görülmektedir. Sonraki denemede ‘fren’ butonu tıklanırsa, aracın yavaşlayan hareket yaptığı görülmektedir. Birim zamanda alınan yol miktarının bu animasyonda azaldığı gözlenmektedir. Bu harekette, net kuvvetin yönü ile hareketin yönü birbirine zıttır. Böylece öğrenciler, net kuvvetin yönü ile hareketin yönünün aynı olabileceği gibi, zıt da olabileceğini fark etmektedirler. Bu durumu irdeleyen sorulardan sonra konu ile ilgili bir açıklama ekranda görülmektedir. Bu konu ile ilgili sıkça rastlanan kavram yanlışlarına, ‘Kavram Yanlışları’ butonuna tıklayarak ulaşılabilir. ‘Açıklama’ butonuna tıkladığında, bu kavram yanlışlarını gidermeye yönelik ve bu düşüncelerin neden hatalı olduğunu açıklayan metinlere ulaşılır. Bu açıklama bölümünde örneğin, frene basıldığı durumda geriye doğru uygulanan kuvvet cismin geriye gitmesini değil, hızını azaltarak ileri yönde ilerlemesini sağlamıştır. Dolayısıyla hareket halindeki bir araca geri yönde kuvvet uygulandığında, araç azalan hızla ilerlemeye devam eder ve bir süre sonra durur. Böyle durumlarda net kuvvetin yönü ile hareketin yönü birbirine zıt olabilir. Öğrenciler arasında sık rastlanan bir diğer kavram yanılığı da cismin yavaşlamasının sebebini, harekete karşı koyan kuvvetin artması veya harekete sebep olan kuvvetin azalması olarak düşünmeleridir. Uygulanan kuvvetin sabit olduğu, harekete zıt yönde olduğu için yavaşlamasına sebep olduğu vurgulanan diğer konulardandır.



### Sekizinci Animasyon: Hareketin Yönü İle Net Kuvvetin Yönü Farklı Olabilir Mi? - Hızlanan Hareket

Bir cismin hareket edebilmesi için her zaman kuvvet uygulanmasına gerek yoktur.  
Sabit hızla hareket etmekte olan cisme, kuvvet uygulanmadığı (veya net kuvvetin sıfır olduğu) durumlarda, hızında azalma veya artma gözlenmeden, sabit hızlı hareketine devam eder.

Konu ile ilgili sıkça rastlanan kavram yanlışlarını görmek için tıklayınız.



### Sekizinci Animasyon: Hareketin Yönü İle Net Kuvvetin Yönü Farklı Olabilir Mi? - Sabit Hızlı Hareket

Bu animasyonda izlenebilecek üçüncü durum ise sabit hızlı harekettir. Bu animasyonda öğrenciler arasında sıkça rastlanan ‘sabit hızda hareket sabit kuvvet gerektirir’ kavram yanlışlığının giderilmesi amaçlanmıştır. Net kuvvetin sıfır olduğu durumda sabit hızlı hareketin gerçekleştiği animasyonda görülebilmektedir. Bir diğer kavram yanlışlığı da; ‘cismin hareket edebilmesi için cisme hareket yönünde her zaman bir kuvvet uygulanması gerektiği’ düşüncesidir. Animasyonda kuvvet uygulanmadığı durumda cismin sabit hızda hareketini sürdürdüğü görülmektedir, dolayısıyla hareket için kuvvet uygulanmasının şart olmadığı vurgulanmaktadır. Bu animasyonda da diğerlerinde olduğu gibi kavram yanlışlıklarına ve bunlarla ilgili açıklamalara ‘kavram yanlışlığı’ ve ‘açıklama’ butonlarıyla ulaşılabilir. Animasyonun sabit hızla hareket ile ilgili bölümünün ekran görüntüsü yukarıda görülmektedir.

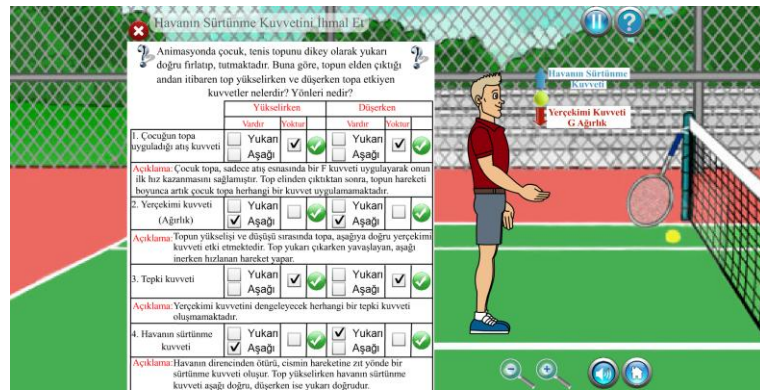
### 9. Animasyon: Yukarıya Doğru Fırlatılan Bir Topa Etkiyen Kuvvetler Nelerdir?

‘Yukarıya doğru fırlatılan bir topa etkiyen kuvvetler nelerdir?’ başlıklı 9. Animasyon, Newton’un 2. Kanunu olan dinamiğin temel prensibi ile ilgili bir diğer animasyondur. Bu animasyonun hazırlanmasındaki başlıca sebep, öğrenciler arasında sıklıkla rastlanan; harekete sebep olan itici kuvvetin cismin bir parçası haline geldiği, hareket boyunca cisim etkilemeye devam ettiği, kullanılıp bir müddet sonra tükendiği ve o zaman cismin durduğu, düşen cisimlere etkiyen yerçekimi kuvvetinin arttığı gibi kavram yanlışlıklarını gidermektir. Bu animasyonun kullanılmasıyla giderilmesi amaçlanan diğer kavram yanlışlıklarları şunlardır:

- Bir cisim atıldığı zaman, harekete neden olan kuvvet, cisme hareketi boyunca etki eder.
- İtici bir kuvvet cismin parçası haline gelir. Örneğin bir nesneyi fırlatma sırasında uygulanan kuvvet o cismin bir parçası haline gelir. (Hareketin başlangıcında uygulanan itici kuvvet artık etkimiyor olsa bile hareketi etkilemeye devam eder.)
- Cismin hareket edebilmesi için, her zaman cisme hareket yönünde bir kuvvet etkilemelidir. (Bir cisim hareket halindeyse, hareketin doğrultusunda ona etki eden bir kuvvet vardır.)
- Kuvvet kullanılıp tükenebilir.
- Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur.
- Cisim düşerken yerçekimi kuvveti artar.
- Kuvvet, sadece cisme dokunulmasıyla oluşur.

Animasyonun hazırlanmasında hedeflenen kazanımlar ise şunlardır:

- Harekete neden olan fırlatma kuvvetinin cismin ilk hız ile harekete başlamasını sağladığını, fakat cismin bir parçası haline gelerek onu hareketi boyunca etkilemeye devam etmeyeceğini fark eder.
- Yukarıya doğru fırlatılan ve aşağıya düşmekte olan bir topa etkiyen kuvvetlerin neler olduğunu ifade eder.
- Vurma/fırlatma kuvveti ile fırlatılan cisme etkiyen kuvvetleri gösterir.
- Vurma/fırlatma kuvvetinin sadece uygulandığı anda cismi etkilediğini fark eder.



**Dokuzuncu Animasyon: Yukarıya Doğru Fırlatılan Bir Topa Etkiyen Kuvvetler Nelerdir?**

Bu animasyonda, çocuğun bir tenis topunu yukarı doğru fırlatması ve topun yükselme ve düşüş hareketi sırasında ona etkiyen kuvvetlerin neler olduğu irdelenmiştir. Öğrencinin, topun hareketi sırasında ona etkiyebilecek kuvvetlerin neler olabileceğini tek tek düşünmesi istenmiştir, bu yüzden ekranın yan tarafında açılan pencerede; atış kuvveti, yerçekimi kuvveti, tepki kuvveti ve havanın sürtünme kuvvetinin yükseliş ve düşüş sırasında olup olmadığı, varsa yönünün ne olduğu sorulmuştur. Öğrenci her soru ile ilgili görüşünü işaretler ve cevabı doğru veya yanlışsa bununla ilgili geri bildirim alır. Ayrıca işaretlediği kuvvetin yönü animasyondaki harekette görülebilmektedir.

Bu animasyonda atış kuvvetinin sadece fırlatma sırasında etkidiği ve hareketin geri kalan kısmında etkmediği görülmektedir. Eğer öğrencilerde fırlatma kuvvetinin bütün hareket boyunca etkidiği ve kuvvetin kullanılıp tükendiği, tükendiği zaman da cismin durduğu ile ilgili bir kavram yanlışları varsa bu kavram yanlışlarının giderilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca animasyonda yerçekimi kuvvetinin sürekli aşağı yönde olduğu ve cisim yükselirken de düşerken de sabit olduğu görülmektedir. Yerçekimi kuvvetini dengeleyecek herhangi bir tepki kuvveti bu harekette bulunmamaktadır. Havanın sürtünme kuvveti harekete ters yöndedir, yani cisim yükselirken aşağı yönlü, cisim düşerken de yukarı yönlüdür. Bu animasyonla ilgili ekran görüntüleri yukarıda görülmektedir.

#### **10. Animasyon: Yatay Yönde Vurularak Hareket Ettirilen Bir Topa Hareketi Boyunca Etkiyen Kuvvetler Nelerdir?**

Dikey yönde fırlatılan cisme hareketi boyunca etkiyen kuvvetlerin sorulduğu 9. animasyondan farklı olarak bu animasyonda, yatay yönde fırlatılan cisme etkiyen kuvvetler sorulmuştur. "Yatay yönde vurularak hareket ettirilen bir topa hareket boyunca etkiyen kuvvetler nelerdir?" başlıklı 10. animasyonda, ayağıyla vurarak kaleye doğru top atan bir çocuk görülmektedir. Vurma kuvvetiyle harekete başlayan bir cisme hareketi boyunca bu kuvvetin etkidiği inancı öğrenciler arasında sık rastlanan bir kavram yanlışlığıdır. Bu animasyon özellikle bu kavram yanlışlığının düzeltilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Düzeltilmesi amaçlanan diğer kavram yanlışları ise şunlardır:

- Bir cisim atıldığı zaman, harekete neden olan kuvvet, cisme hareketi boyunca etki eder.

- Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur.
- İtici bir kuvvet cismin parçası haline gelir.
- Kuvvet kullanılıp tüketilebilir.

Bu animasyonda ulaşılmaması hedeflenen kazanımlar ise şunlardır:

- Harekete neden olan atma/vurma kuvvetinin, cismin ilk hız ile harekete başlamasını sağladığını, fakat cismin bir parçası haline gelerek onu hareketi boyunca etkilemeye devam etmeyeceğini fark eder.
- Yatayda vurma ile hareket ettirilen bir topa, hareketi boyunca etki eden kuvvetlerin neler olduğunu ifade eder.
- Vurma/fırlatma kuvveti ile fırlatılan cisme etkiyen kuvvetleri gösterir.
- Vurma/fırlatma kuvvetinin sadece uygulandığı anda cismi etkilediğini fark eder.

Öğrencilerin bu animasyonla beraber, vurma kuvveti uygulanarak hareket ettirilen bir topa etkiyen ve etkimeyen kuvvetlerin neler olabileceği hakkında tek tek düşüncelerini istenmiştir. Örneğin animasyonda çocuk topu kaleye atarken, ekranın alt kısmında hareket boyunca itme/vurma kuvveti, yerçekimi kuvveti (ağırlık), tepki kuvveti ve sürtünme kuvvetinin uygulanıp uygulanmadığı konusunda öğrencilerin düşüncelerini belirtmeleri istenmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar ile ilgili geri bildirim yan tarafta verilmektedir. Verilen cevap doğruysa bununla ilgili açıklayıcı bir metin, yanlışsa neden yanlış olduğu ile ilgili bir açıklama metni ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda hangi kuvvet ile ilgili işaretleme yapıldıysa, onunla ilgili o kuvvetin yönünü gösteren ok animasyondaki harekette görünür olmaktadır. Bu sayede hareket boyunca etkiyen kuvvetler ve yönleri somutlaştırılmaktadır. Öğrencilerin kavramakta zorlandıkları soyut kavramlar somutlaştırılarak görünür ve fark edilebilir hale getirilmiştir. Bu sayede öğrencilerin, cisme uygulanan yerçekimi kuvvetinin aşağıya doğru olduğunu, bunu dengeleyen tepki kuvvetinin aynı büyüklükte ve yukarıya doğru olduğunu, sürtünme kuvvetinin harekete zıt yönde olduğunu ve çocuğun uyguladığı itme kuvvetinin ise cisme sadece vuruş sırasında etkideğini, hareket boyunca etkimeydiğini görerek daha kolay anlayabilmeleri amaçlanmıştır.





Animasyonda çocuk, topa ayağıyla vurarak, topun kaleye doğru gitmesini sağlamaktadır. Buna göre, topun çocuğun ayağında çıktığı andan itibaren topa etkiyen kuvvetler nelerdir?

	Vardır	Yoktur	Açıklama:
1. Çocuğun topa uyguladığı itme (vurma) kuvveti	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Çocuk topa, sadece vurma sırasında bir F kuvveti uygulayarak onun ilk hız kazanmasını sağlamıştır. Top ayağından çıktıktan sonra, topun hareketi boyunca artık çocuk topa herhangi bir kuvvet uygulamamaktadır.
2. Yerçekimi kuvveti (Ağırlık)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Topa yerin merkezine doğru yerçekimi kuvveti etki eder. $G$ (Ağırlık) = $m \times g$
3. Yüzeyin topa uyguladığı tepki kuvveti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yer topa, yerçekimi kuvvetine eşit büyüklükte ve zıt yönde bir N tepki kuvveti uygular. ( $N = G = m \cdot g$ )
4. Sürtünme kuvveti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Topun hareketi boyunca topa, harekete zıt yönde bir $F_s$ kinetik sürtünme kuvveti etki eder. Top durağan haldeyken de statik sürtünme kuvveti etki eder.

### Onuncu Animasyon: Yatay Yönde Vurularak Hareket Ettirilen Bir Topa Hareketi Boyunca Etkiyen Kuvvetler Nelerdir?

#### 11. Animasyon: Sürtünmesiz Yüzeyde Sabit Kuvvetle İtilen Kutu, İten Kişinin Hızından Daha Hızlı Hareket Edebilir Mi? Edebilirse Nasıl?

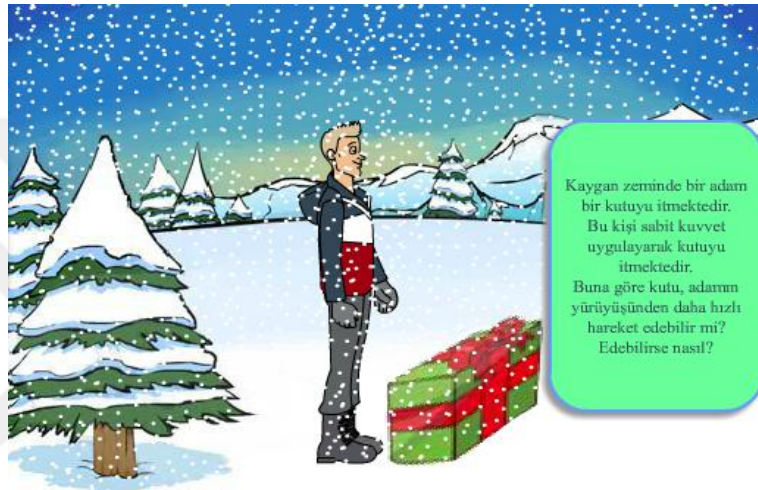
"Sürtünmesiz yüzeyde sabit kuvvetle itilen kutu, iten kişinin hızından daha hızlı hareket edebilir mi? Edebilirse nasıl?" başlıklı 11 numaralı animasyonda sürtünmenin az olduğu kar ve buz ortamında bir kutuyu itmek üzere olan bir kişi görülmektedir. Kutuya kişi tarafından sabit bir kuvvet uygulanacaktır ve uygulanan bu kuvvet neticesinde cismin hareketi ile ilgili öğrenci görüşleri sorulmaktadır. Öğrenci konu üzerinde düşünüp görüşünü belirttikten sonra animasyonu izlemeye başlar. Kutu, sürtünme kuvvetinin ihmal edildiği ortamda, uygulanan kuvvet neticesinde ivmeli yani hızlanan hareket yapar ve kutu kişiden uzaklaşır. Böylece öğrencilerde sıklıkla rastlanan, 'uygulanan sabit kuvvet sonucunda cisim sabit hızla hareket eder' yanlışlığının düzeltilmesi amaçlanmıştır. Düzeltilmesi amaçlanan diğer kavram yanlışlıkları ise şunlardır:

- Sabit kuvvet sabit hızla harekete sebep olur.
- Cismin hareket edebilmesi için, her zaman cisme hareket yönünde bir kuvvet etkimelidir.
- Eğer kuvvet yoksa, cisim ya duruyordur ya da yavaşlıyordur.
- Harekete neden olan kuvvet ortadan kalktıysa, cisim aniden durur.
- İtici bir kuvvet cismin parçası haline gelir.
- Kuvvet kullanılıp tükenebilir.



Kutu kişiden uzaklaştıktan sonra sahip olduğu kinetik enerji ile bir süre daha hareket etmeye devam eder. Bu sayede öğrenciler kuvvet ortadan kalktıktan sonra cismin aniden durmayacağını ve hareket için kuvvet uygulama zorunluluğunun olmadığını gözlemlerler. Kuvvetin kullanılıp tükenme gibi maddesel özelliklerinin de olmadığını vurgulanır. Bu animasyonda ulaşılmaya hedeflenen kazanım ise şudur:

- Bir cisme etkineyen net kuvvet ile cismin ivmesi arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder.



### Onbirinci Animasyon: Sürtünmesiz Yüzeyde Sabit Kuvvetle İtilen Kutu, İten Kişinin Hızından Daha Hızlı Hareket Edebilir Mi? Edebilirse Nasıl?

## 12. Animasyon: Çekçek Oyunağa Etkiyen Net Kuvvet ve Yaptığı Hareketin Çeşidi

Dinamiğin temel prensibi olan Newton'un ikinci kanununu öğretmeye yönelik olarak hazırlanan bir diğer animasyon da "Çekçek oyunağa etkileyen net kuvvet ve yaptığı hareketin çeşidi" başlıklı 12. animasyondur. Bu animasyonda, çekçek oyunağını sabit kuvvet uygulayarak çeken ve koşan bir çocuk görülmektedir. Animasyonda öğrencilerin, oyunağın sabit hızda koşarak sabit kuvvet uygulayan çocuktan daha hızlı gidip gidemeyeceği sorusu üzerine düşünceleri istenmektedir. Öğrenciler bu soru hakkında düşündükten sonra animasyonu izleyebilmektedirler.



### Onikinci Animasyon: Çekçek Oyuncağa Etkiyen Net Kuvvet ve Yaptığı Hareketin Çeşidi

Animasyonda, çocuğun cisme uyguladığı kuvvetin sürtünme kuvvetinden büyük olması durumunda net kuvvet sıfırdan farklı olduğundan cismin düzgün hızlanan hareket yaparak çocuktan daha hızlı gidebileceği üzerinde durulmuştur. Kuvvetleri göster butonuna tıkladığında cisme etkiyen kuvvetlerin büyüklükleri ve yönleri görülmektedir. Böylece öğrenciler, uygulanan net kuvvetin sıfıra eşit olmadığı durumlarda cismin yapacağı hareket hakkında bilgi sahibi olabilmektedirler. Oniki numaralı animasyonda ulaşılmaya hedeflenen kazanımlar şunlardır:

- Uygulanan net kuvvetin sıfır olmadığı durumlarda cismin düzgün hızlanan veya düzgün yavaşlayan hareket yaptığını kavrar.
- Bir cismin sabit hızla gidebilmesi için uygulanan net kuvvetin sıfır olması gerektiğini kavrar.

Bu animasyonla giderilmesi hedeflenen kavram yanlışları ise şunlardır.

- Bir cisme uygulanan kuvvet ile cismin hızı doğru orantılıdır.
- Bir cismin sabit hızda gidebilmesi için sabit kuvvet gereklidir.

### Newton'un Üçüncü Kanunu (Etki-Tepki Prensibi) İle İlgili Animasyonlar

#### 13. Animasyon: Duvarı İttiğimizde Duvar da Elimize Bir Kuvvet Uygular mı? Uygularsa Bu Kuvvetin Büyüklüğü Hakkında Ne Söylenbilir?

"Duvarı ittiğimizde duvar da elimize bir kuvvet uygular mı? Uygularsa bu kuvvetin büyüklüğü hakkında ne söylenbilir?" başlıklı 13. animasyon, Newton'un 3. Kanunu olan etki-tepki prensibi ile ilgilidir. Bu animasyon ile öğrencilere kazandırılması hedeflenen kazanım şudur:

- Öğrenci etkileşen iki cisim arasındaki kuvvetlerin ilişkisini deneyerek keşfeder.

Giderilmesi amaçlanan kavram yanlışları ise şunlardır:

- Sadece canlı cisimler kuvvet uygular, pasif olanlar (sandık, masa, duvar) kuvvet uygulamaz.
- Etkileşen iki cisim arasında, kütlesi büyük olan diğerine daha büyük kuvvet uygular.
- Etkileşen iki cisim arasında daha aktif olan daha büyük kuvvet uygular.



**Onüçüncü Animasyon: Duvarı İttiğimizde Duvar da Elimize Bir Kuvvet Uygular mı? Uygularsa Bu Kuvvetin Büyüklüğü Hakkında Ne Söylenbilir?**

Bu animasyonda duvara doğru kuvvet uygulayan bir çocuk görülmektedir. Öğrencilere duvarın da öğrenciye kuvvet uygulayıp uygulamayacağı sorulur. Öğrencilerden duvarın da kuvvet uygulayacağı cevabı gelirse, bu kuvvetin öğrencinin uyguladığı kuvvetten daha az mı, daha fazla mı, yoksa ona eşit mi olacağı sorulur. Öğrencilerden alınan cevaplara göre geri bildirim verilir, animasyonda etki ve tepki kuvvetlerinin birbirine eşit olduğu görülür. Uygulanan etki kuvvetine eşit büyüklükte ve zıt yönde tepki kuvveti oluştuğu üzerinde durulur. Daha aktif, daha büyük kütleli veya canlı olması daha fazla kuvvet uygulayacağı anlamına gelmediği belirtilir. Etkileşen cisimler arasında kuvvetin her zaman çiftler halinde oluştuğu ve birbirine eşit oldukları için denge durumunun olduğu, net kuvvetin sıfır olduğu açıklanır. Öğrencilerin varsa yanlış anlamaları üzerinde durulur ve konu detaylı bir şekilde açıklanır.

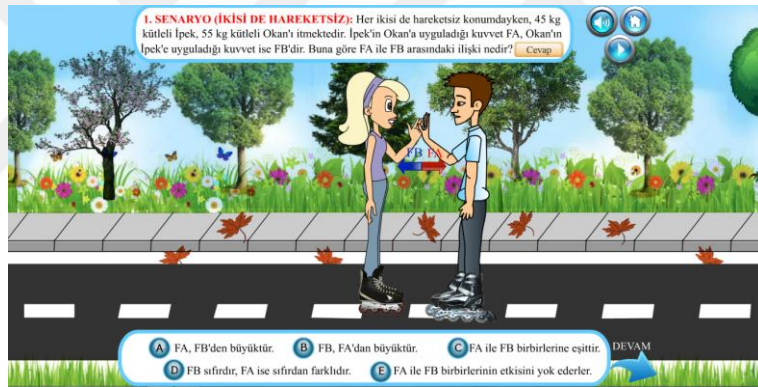
#### 14. Animasyon: Etkileşen İki Cisim Arasındaki Kuvvetlerin İlişkisinin Keşfi

Newton'un 3. Kanunu olan Etki-Tepki Prensibi ile ilgili hazırlanmış bir diğer animasyon da "Etkileşen iki cisim arasındaki kuvvetlerin ilişkisinin keşfi" başlıklı 14. animasyondur. Bu animasyon ile öğrencilere kazandırılması hedeflenen kazanım şudur:

- Öğrenci etkileşen iki cisim arasındaki kuvvetlerin ilişkisini deneyerek keşfeder.

Giderilmesi amaçlanan kavram yanılgıları ise şunlardır:

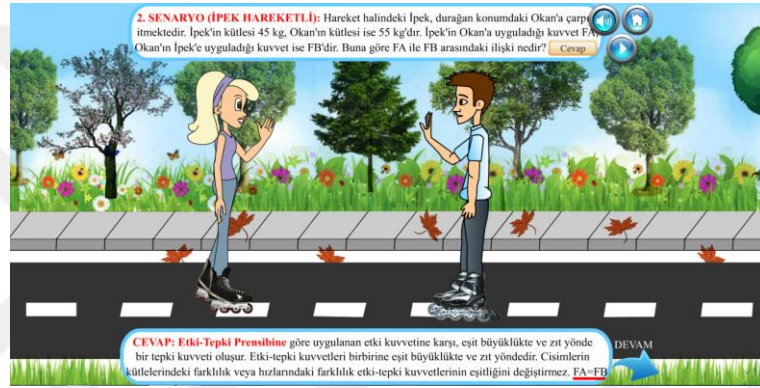
- Etkileşen iki cisim arasında, kütlesi büyük olan diğerine daha büyük kuvvet uygular.
- Etkileşen iki cisim arasında daha aktif olan daha büyük kuvvet uygular.
- Etki ve tepki kuvvetleri birbirinin etkisini yok eder.



#### Ondördüncü Animasyon: Etkileşen İki Cisim Arasındaki Kuvvetlerin İlişkisinin Keşfi - Durağan Haldeki Kişilerin Kuvvet Uygulaması

Bu animasyonda biri 45 kg kütleye, diğeri 55 kg kütleye sahip paten kaymakta olan iki öğrenci görülmektedir. Animasyon üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde iki öğrenci de hareketsiz haldeyken birbirlerine kuvvet uygulamakta ve bu kuvvet sonucunda hareket etmektedirler. Hareketsiz haldeki iki öğrencinin birbirine uyguladıkları kuvvetlerin karşılaştırılması istenmektedir. Bazı öğrenciler kütlesi daha fazla olanın daha büyük kuvvet uygulayacağını düşünebilmekte ve bu konuda kavram yanılgısına sahip olabilmektedirler. Sorunun cevabı ile ilgili görüşlerini bildirdikten sonra ekranda verilen cevap ile ilgili geri bildirim görülmektedir. Soru doğru cevaplandıysa neden doğru olduğu, yanlış cevaplandıysa da doğru cevabın ne olduğu ve sebebi açıklanmaktadır. Animasyonun bu bölümüyle ilgili görsel aşağıda görülmektedir.

Animasyonun ikinci bölümünde kütlesi daha az olan öğrenci hareketli iken, diğer öğrenci hareketsiz durmaktadır. Hareketli olan kişi hızla gelip diğerine dokunmaktadır. Bu sırada iki öğrencinin birbirlerine uyguladıkları kuvvetlerin karşılaştırılması istenmektedir. Öğrencilerin verdikleri cevaplara göre ekranda geri bildirimler belirmektedir. Bazı öğrenciler hareketli olanın daha büyük kuvvet uygulayacağını veya kütlesi fazla olanın daha büyük kuvvet uygulayacağını düşünmektedirler. Etki-tepki kanununa göre, her durumda uygulanan etki kuvvetine eşit ve zıt yönde bir tepki kuvveti olduğu öğrencilere açıklanır. Animasyonun bu bölümüyle ilgili görsel aşağıda görülmektedir.



#### **Öndördüncü Animasyon: Etkileşen İki Cisim Arasındaki Kuvvetlerin İlişisinin Keşfi - Kütlesi Daha Az Olan Kişinin Hareketli Olduğu Durumda Kuvvet Uygulanması**

Animasyonun üçüncü bölümünde bu sefer kütlesi fazla olan öğrenci aktiftir ve hızla gelerek diğer öğrenciye dokunmaktadır. Bu durumda öğrencilere, hangi öğrencinin daha fazla kuvvet uygulayacağı yoksa bir eşitlik durumunun mu söz konusu olacağı sorulmaktadır. Öğrenciler cevaplarını işaretledikten sonra açıklama bölümüne tıklayarak konu ile ilgili açıklamaya ulaşabilmektedirler. Bu durumda da diğer senaryolarda olduğu gibi öğrencilerin birbirlerine eşit kuvvet uygulayacakları konusu üzerinde durulmaktadır. Öğrencilerin daha ağır olanın veya daha hızlı olanın daha büyük kuvvet uygulayacağı konusunda kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmişse, bu konu üzerinde durularak, ağırlık veya hız farkından bağımsız olarak etki ve tepki kuvvetlerinin birbirlerine eşit oldukları açıklanır.

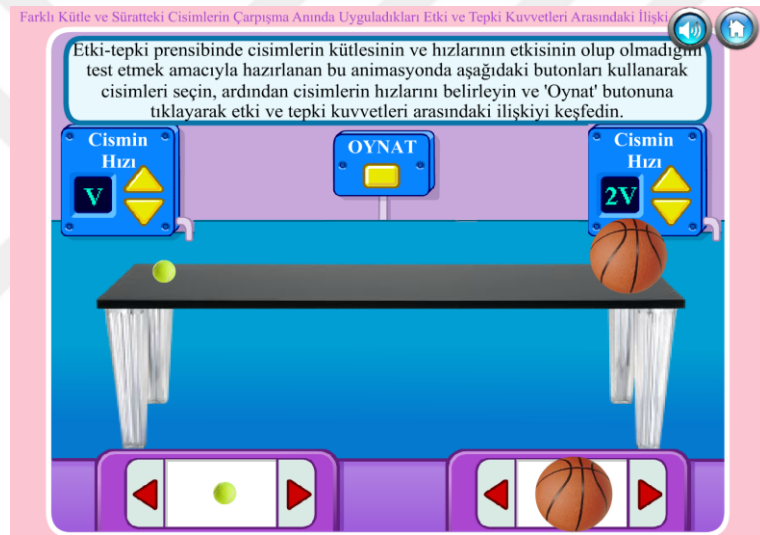
Animasyonun dördüncü ve son bölümünde ise iki kişi de hareketlidir ve hızla birbirlerine yaklaşarak çarpışırlar. Bu durumda oluşan etki ve tepki kuvvetlerinin büyüklükleri hakkında öğrenci fikirleri sorulur. Verilen cevaplar doğrultusunda ekranda



konu ile ilgili açıklamalar belirir. Bu animasyonda iki kişinin de hareketsiz olduğu, kütlesi az olanın hareketli olduğu, kütlesi fazla olanın hareketli olduğu ve her ikisinin de hareketli olduğu durumlar üzerinde ayrı ayrı durulmuştur. Buradan hareketle her durumda etki ve tepki kuvvetlerinin birbirlerine eşit oldukları vurgulanmıştır ve öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesi amaçlanmıştır.

### 15. Animasyon: Etkileşen İki Cisim Arasındaki Kuvvetlerin İlişkisinin Keşfi

Newton'un üçüncü kanunu olan etki-tepki prensibini kavratmaya yönelik olarak hazırlanan diğer bir animasyon da "Etkileşen iki cisim arasındaki kuvvetlerin ilişkisinin keşfi" başlıklı 15 numaralı animasyondur.



### Onbeşinci Animasyon: Etkileşen İki Cisim Arasındaki Kuvvetlerin İlişkisinin Keşfi

Bu animasyonda farklı kütlelerdeki ve farklı hızlardaki cisimlerin çarpışmaları sırasında birbirlerine uygulayacakları kuvvetlerin birbirinden farklı olup olmayacağı konusu irdelenmektedir. Bu amaçla animasyonda farklı kütlelerdeki ve farklı hızdaki cisimlerin seçilmesi mümkün kılınmıştır. Bu animasyonda masanın iki ucunda farklı cisimler görülmektedir. Bu cisimler farklı kütlelerdeki tenis topu, bilardo topu, futbol topu, bowling topu ve basketbol topu gibi nesnelere aittir. Aşağıda bulunan butonlar sayesinde istenilen nesne seçilebilmektedir. Ayrıca animasyonda etkisi incelenen bir diğer değişken de hız kavramıdır. Seçilen cisimlerin hızları ekranın ortasında bulunan butonlar yardımıyla değiştirilebilmektedir. Bu sayede öğrencilerin, farklı kütlelerdeki veya farklı hızlardaki cisimlerin çarpışmaları sırasında birbirlerine uygulayacakları etki

ve tepki kuvvetlerinin kütle ve hızdan bağımsız olarak birbirine eşit olacağını kavramaları hedeflenmektedir. Yani eğer öğrenci, kütlesi büyük olan daha fazla kuvvet uygular veya daha aktif (daha hızlı) olan daha büyük kuvvet uygular gibi kavram yanılgılarına sahipse bunların giderilmesi amaçlanmaktadır.

Bu animasyonda giderilmesi amaçlanan kavram yanılgıları şunlardır:

- Etkileşen iki cisim arasında, kütlesi büyük olan diğerine daha büyük kuvvet uygular.
- Etkileşen iki cisim arasında daha aktif (daha hızlı) olan daha büyük kuvvet uygular.
- Etki ve tepki kuvvetleri birbirinin etkisini yok eder.

Öğrencilere kazandırılması hedeflenen kazanım ise şudur:

- Öğrenci etkileşen iki cisim arasındaki kuvvetlerin ilişkisini deneyerek keşfeder.

#### **16. Animasyon: Durağan Haldeki Bir Cisme Etkiyen Kuvvetler Nelerdir?**

"Durağan haldeki bir cisme etkiyen kuvvetler nelerdir?" başlıklı 16 numaralı animasyonda masanın üzerinde durmakta olan bir kitap görülmektedir ve bu kitaba etki eden kuvvetlerin neler olduğu sorulmaktadır. Ekranın üst kısmında kişinin kitaba uyguladığı itme veya çekme kuvvetinin, yerçekimi kuvvetinin, yüzeyin kitaba uyguladığı tepki kuvvetinin ve sürtünme kuvvetinin olup olmadığı konusundaki öğrenci görüşleri sorulmaktadır. Öğrenci bu kısımda görüşünü 'vardır' veya 'yoktur' kutucuklarını işaretleyerek belirtir ve verdiği cevabın doğru veya yanlış olduğu ile ilgili geri bildirim anında alır. İşaretlenen kuvvet kitaba etkiyen kuvvetlerden biri ise ekranda ok şeklinde görünür ve böylece öğrenciler kitaba etkiyen etki ve tepki kuvvetlerini somut bir şekilde görme fırsatını bulurlar. Animasyon ile ilgili görsel aşağıda görülmektedir.

Bu animasyonda ulaşılması hedeflenen kazanım şudur:

- Öğrenci durağan haldeki bir cisme etki eden kuvvetleri belirtir.

Giderilmesi amaçlanan kavram yanılgıları ise şunlardır:

- Sadece canlı cisimler kuvvet uygular, pasif olanlar (sandık, masa) kuvvet uygulamazlar.

- Eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez (Hareket yoksa, kuvvet de yoktur.)
- Etki ve tepki kuvvetleri birbirinin etkisini yok eder.

**SENARYO 1:** Sıranın üzerinde bir kitap hareketsiz olarak durmaktadır. Bu kitaba etki eden kuvvetler nelerdir?

	Vardır	Yoktur	Açıklama:
1. Kişinin kitaba uyguladığı itme (çekme) kuvveti	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Herhangi birisi kitaba itme veya çakme kuvveti uygulamamaktadır. Bu yüzden kişi tarafından uygulanan herhangi bir kuvvet bulunmamaktadır.
2. Yerçekimi kuvveti (Ağırlık)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cisimlere yerin merkezine doğru yerçekimi kuvveti etki eder. $G$ (Ağırlık) = $m \times g$
3. Yüzeyin kitaba uyguladığı tepki kuvveti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kitabın üzerinde bulunduğu yüzey tarafından kitaba, yerçekimi kuvvetine eşit büyüklükte ve zıt yönde bir $N$ tepki kuvveti uygulanır. ( $N = G = m \cdot g$ )
4. Sürtünme kuvveti	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Kitap hareket etmediğinden ve hareket ettirmeye yönelik herhangi bir kuvvet uygulanmadığından sürtünme kuvveti sıfırdır.

### Onaltıncı Animasyon: Durağan Haldeki Bir Cisme Etkiyen Kuvvetler Nelerdir?

#### 17. Animasyon: Kuvvet Uygulanarak İtilen ve Hareket Ettirilen Cisme Etkiyen Kuvvetler Nelerdir?

"Kuvvet uygulanarak itilen ve hareket ettirilen cisme etkiyen kuvvetler nelerdir?" başlıklı 17. animasyon iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci bölümde cisme çocuk tarafından kuvvet uygulanmakta fakat cisim hareket etmemektedir. İkinci bölümde ise cisme uygulanan kuvvet sonucunda hareket etmektedir. Her iki durumda da cisme etkiyen kuvvetlerin neler olduğu sorulmaktadır. Öğrenci bu animasyonda da bir önceki animasyonda olduğu gibi görüşlerini, çocuğun uyguladığı  $F$  itme kuvveti, yerçekimi kuvveti, yüzeyin uyguladığı tepki kuvveti ve sürtünme kuvvetinin yanlarında bulunan kutucuklardan 'vardır' veya 'yoktur' bölümlerini işaretleyerek belirtirler. Yapılan işaretlemeye göre geri bildirim açıklama kısmında görünür ve verilen cevabın neden doğru veya neden yanlış olduğu açıklanır. Verilen cevaplar doğrultusunda kutuya etkiyen kuvvetler oklar şeklinde görülür. Animasyonun ilk kısmında çocuk kutuya bir kuvvet uygulamakta fakat uyguladığı kuvvet cismi hareket ettirmeye yetmemektedir. Bu durumda kutuya uygulanan  $F$  kuvveti ile sürtünme kuvvetinin birbirine eşit oldukları görülmektedir. Ayrıca cisme uygulanan yerçekimi kuvveti yani ağırlık ile masanın kutuya uyguladığı tepki kuvvetlerinin birbirine eşit oldukları görülmektedir. Animasyonun ikinci kısmında ise çocuk kutuya sürtünme kuvvetinden daha büyük bir



kuvvet uygulamakta ve cismi hareket ettirmektedir. Bu durumda ise uygulanan F kuvvetinin sürtünme kuvvetinden daha büyük olduğu, yerçekimi kuvveti ile tepki kuvvetinin ise birbirine eşit oldukları görülmektedir. Bu animasyon ile ilgili görsel aşağıda görülmektedir.

**SENARYO 3:** Sıranın üzerinde bir kutu bulunmaktadır. Çocuk kutuya bir F kuvveti uygulamakta, fakat kutuyu hareket ettirmemektedir. Bu durumda kutuya etkiyen kuvvetler nelerdir?

	Vardır	Yoktur	Açıklama:
1. Çocuğun kutuya uyguladığı F itme kuvveti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Çocuk kutuyu bir F kuvveti ile itmektedir. Uyguladığı kuvvet, sürtünme kuvvetinden büyük olmadığı için cisim harekete geçmemektedir.
2. Yerçekimi kuvveti (Ağırlık)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cisimlere yerin merkezine doğru yerçekimi kuvveti etki eder. $G (Ağırlık) = m \times g$
3. Yüzeyin kutuya uyguladığı tepki kuvveti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kutunun üzerinde bulunduğu yüzey tarafından kutuya, yerçekimi kuvvetine eşit büyüklükte ve zıt yönde bir N tepki kuvveti uygulanır. $(N = G = m \cdot g)$
4. Sürtünme kuvveti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kutuya uygulanan F kuvvetine zıt yönde bir $F_s$ sürtünme kuvveti etki eder. Cisim hareket ettirmediğinden bu sürtünme kuvveti kinetik sürtünme kuvvetidir.

### Onyedinci Animasyon: Kuvvet Uygulanarak İtilen ve Hareket Ettirilen Cisme Etkiyen Kuvvetler Nelerdir?

Bu animasyonla amaçlanan kazanımlar şunlardır:

- Kuvvet uygulanan, fakat hareket ettirilemeyen cisme etki eden kuvvetleri belirtir.
- Kuvvet uygulanarak hareket ettirilen cisme etki eden kuvvetleri belirtir.

Giderilmesi amaçlanan kavram yanlışları ise şunlardır:

- Eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez.
- Etki ve tepki kuvvetleri birbirinin etkisini yok ederler.


### 18. Animasyon: Büyük ve Ağır Bir Kayanın Hareket Etmemesinin Sebebi Nedir?

"Büyük ve ağır bir kayanın hareket etmemesinin sebebi nedir?" başlıklı 18 numaralı animasyon KHKKT'nin yedinci sorusunda belirlenen kavram yanlışlarını gidermeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu animasyonda büyük bir kaya görülmektedir ve öğrencilere bu kayanın hareket etmemesinin sebebi sorulmaktadır. Eğer öğrenciler bu

konu ile ilgili kavram yanlışlığına sahiplerse aşağıdaki seçeneklerden birini seçmeleri beklenmektedir:

- Duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler ve bu kuvvet kayanın hareket etmesini engeller.
- Kayayı iten veya çeken herhangi bir kuvvet yoktur. Kayaya etkiyen herhangi bir kuvvet olmadığından hareket etmez.
- Cisme etkiyen yerçekimi kuvveti kayayı aşağıya doğru çeker. Kayanın ağırlığı zeminin tepki kuvvetinden daha büyük olduğundan cismin hareket etmesini engeller.

Bu soru ile ilgili doğru düşünceye sahip olanların ise "Yerçekiminin kayaya uyguladığı aynı kuvvetle yer, kayayı iter. Net kuvvet sıfır olduğundan kaya hareket etmez" cevabını işaretlemeleri beklenmektedir. Sorunun cevabı olarak işaretlenen seçeneğin doğru veya yanlış olduğu ile ilgili geri bildirim seçeneğinin yan tarafında gözükmektedir.



**Yukarıdaki kayanın hareket etmemesinin sebebi nedir?**

A Duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler ve bu kuvvet kayanın hareket etmesini engeller.

B Kayayı iten veya çeken herhangi bir kuvvet yoktur.

C Cisme etkiyen yerçekimi kuvveti kayayı aşağıya doğru çeker, hareket etmesini engeller.

D Yerçekiminin kayaya uyguladığı aynı kuvvetle yer, kayayı iter. Net kuvvet sıfır olduğundan kaya hareket etmez.

### Onsekizinci Animasyon: Büyük ve Ağır Bir Kayanın Hareket Etmemesinin Sebebi Nedir? - Soru Ve Cevap

Bu animasyonla ulaşılması hedeflenen kazanım; öğrencilerin durağan haldeki cisme etki eden kuvvetleri belirtmeleridir. Konu ile ilgili daha detaylı açıklama görülmek istendiğinde 'ileri' butonuna tıklayarak 'açıklama' bölümüne ulaşılabilir. Bu bölümde sıkça rastlanan kavram yanlışlıklarının neler olduğu ve neden hatalı düşünceler oldukları açıklanmaktadır. Bunun yanı sıra, sorunun açıklamasında, yerçekiminin uyguladığı etki kuvvetine karşılık yerin cisme uyguladığı tepki kuvvetinin birbirine eşit olduğuna vurgu yapılmaktadır. Newton'un 3. yasası olan etki-tepki prensibine göre, kayaya etki eden

yerçekimi kuvvetiyle kaya yere bir etki kuvveti uygulamaktadır. Yer de bu kuvvete eşit büyüklükte ve zıt yönlü bir tepki kuvveti uygulamaktadır. Net kuvvet sıfır olduğundan kayanın hareket etmeyeceği açıklama bölümünde belirtilmektedir. Bu açıklama kuvvetlerin eşit büyüklükte ve zıt yönlü okların kullanımıyla desteklenmektedir. Bu animasyon ile ilgili ekran görüntüleri aşağıda görülmektedir.



### Onsekizinci Animasyon: Büyük ve Ağır Bir Kayanın Hareket Etmemesinin Sebebi Nedir? - Açıklama

#### İş İle İlgili Animasyonlar

Animasyon numarası 19 ile 28 arasında olanlar iş konusu ile ilgili olarak hazırlanmış animasyonlardır. Bu animasyonlar KHKKT'nin 14, 19, 20, 21 ve 25 numaralı maddelerinde belirlenen kavram yanlışlarını gidermeye yönelik özel olarak hazırlanmıştır. Ayrıca KHKBT'nde bulunan 28, 29, 30 ve 31 numaralı maddelerindeki başarının artırılması hedeflenmiştir. 19 numaralı "Sınıfta yapılan çeşitli aktivitelerden hangileri iştir? Hangileri iş değildir?" başlıklı animasyonda bir sınıf ortamında yapılabilecek çeşitli aktivitelerin bilimsel anlamda iş olup olmadıkları tartışılmaktadır. Bu animasyonda, yapılan bir aktivitenin bilimsel anlamda iş olabilmesi için kuvvet uygulanması, cismin yer değiştirmesi ve uygulanan kuvvetle yer değiştirmenin aynı doğrultuda olması gerektiği üzerinde durulmaktadır. Farklı aktivitelerin iş olup olmadığı ile ilgili önce öğrenci görüşleri alınmakta, daha sonra da gerekli açıklamalar yapılmaktadır. 20 numaralı "Halterci halteri kaldırırken mi, havada tutarken mi, yoksa aşağı indirirken mi iş yapar?" başlıklı animasyonda ise haltercinin halteri kaldırma sırasındaki üç farklı hareketinde (halterci kaldırırken, halteri yukarıda sabit tutarken ve

halterini yere indirirken) iş yapıp yapmadığı irdelenmektedir. Öğrencinin yapılan eylemin iş olup olmadığı ile ilgili doğru kararı verebilmesi için sorularla yönlendirilmektedir. "Hangisi iştir? Çantayı sallamadan yürümek mi? Sallayarak yürümek mi?" başlıklı 21. animasyonda çantayı sallayarak yürümek mi, yoksa çantayı sallamadan yürümek mi iştir sorusuna yanıt bulunmaya çalışılmıştır. "Çanta taşıyarak merdiven çıkmak iş midir?" başlıklı 22. animasyonda ise çanta taşıyarak merdiven çıkmanın iş olup olmadığı sorusuna yanıt aranmıştır. "Süpermarket arabasını iten kişi iş yapar mı?" başlıklı 23. animasyonda süpermarket arabasını iten bir kişinin iş yapıp yapmadığı tartışılmaktadır. "Tahterevallide oynayan çocuklar iş yapar mı?" başlıklı 24. animasyonda tahterevallide oynayan çocukların iş yapıp yapmadıkları cevabını arayan sorular içindedir. "Hangisi iştir? Boş bardakları taşımak mı? Dolu bardakları taşımak mı? Yoksa ikisi de iş değil midir?" başlıklı 25. animasyonda boş bardakları taşıyan ile dolu bardakları taşıyan kişinin yaptıkları iş konusunda bir fark olup olmadığı tartışılmaktadır. "Kaydırdan kayan çocuk iş yapar mı?" başlıklı 26. animasyonda kaydırdan kayan çocukların iş yapıp yapmadıkları üzerinde durulmaktadır. "Halat çekme yarışında yenen takım mı yenilen takım mı iş yapar?" başlıklı 27. animasyonda halat yarışı yapan iki takımdan yenen takımın mı yoksa yenilen takımın mı iş yaptığı konusu üzerinde durulmaktadır. "Çocuk ile köpeğinin oynadığı kurdele çekme oyununda kim iş yapar? Kazanan mı? Kaybeden mi?" başlıklı 28. animasyonda da benzer şekilde bir çocuk ve bir köpeğin oynadığı kurdele çekme oyununda hangisinin iş yaptığı tartışılmaktadır.

İş ile ilgili olarak hazırlanan 19 ile 28 numaralı animasyonlarda ulaşılmaya hedeflenen kazanımlar şunlardır:

- Fiziksel anlamda işi tanımlar ve birimini belirtir.
- Bir cisme hareket doğrultusuna dik olarak etki eden kuvvetin, fiziksel anlamda iş yapmadığını ifade eder.
- İş kavramını, cisme uygulanan kuvvet ve kuvvetin uygulandığı cismin yer değiştirmesi cinsinden örneklerle açıklar.
- Fiziksel anlamda yapılan işin, uygulanan kuvvet ve alınan yolla doğru orantılı olduğunu kavrar ve birimini belirtir.

- Günlük hayatta yapılabilecek çeşitli aktivitelerin bilimsel anlamda i olup olmadığına karar verir.
- Kuvvet uygulanmasına rağmen cisim hareket etmiyorsa, i yapılmadığını ifade eder.

Bu animasyonların izlenmesiyle birlikte giderilmesi hedeflenen kavram yanlışları ise şunlardır:

- Enerji harcanan her faaliyet itir.
- Bir cisme kuvvet uygulandığında, hareket ettirilemese bile, enerji harcandığı için i yapılmıştır.
- Bir cisim itilip hareket ettirildiğinde, enerji harcandığı için i yapılmıştır.
- İ yapılabilmesi için, kişinin enerji harcaması gerekir, örneğin bir kitap raftan düştüğünde i yapılmamıştır.
- Bir cisme bir kuvvet etkiyorsa i yapılır.
- Bir cisme kuvvet uygulanarak cisim hareket ettiriliyorsa (doğrultu dikkate alınmadan), i yapılmıştır.

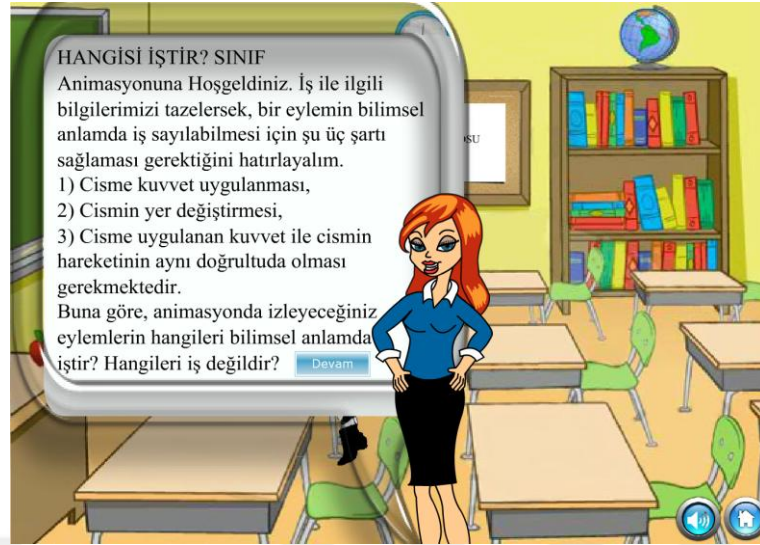
### 19. Animasyon: Sınıfta Yapılan eitli Aktivitelerden Hangileri İtir? Hangileri İ Değildir?

"Sınıfta yapılan çeşitli aktivitelerden hangileri itir? Hangileri i değildir?" başlıklı 19 numaralı animasyonda öğrencilerin sınıf ortamında yapabilecekleri çeşitli aktivitelerin hangilerinin i olduğu üzerinde durulmaktadır.



### Ondokuzuncu Animasyon: Sınıfta Yapılan eitli Aktivitelerden Hangileri İtir? Hangileri İ Değildir? - eitli Aktiviteler





### Ondokuzuncu Animasyon: Sınıfta Yapılan Çeşitli Aktivitelerden Hangileri İştir? Hangileri İş Değildir? - İşin Tanımı

Yapılan bir eylemin bilimsel açıdan iş olarak kabul edilebilmesi için gerekli şartlar animasyonun başında hatırlatıldıktan sonra, kapıyı açma, kitap taşıma, süt içme, uyuma, panoya not asma, kitap okuma gibi çeşitli aktivitelerden hangilerinin bilimsel anlamda iş oldukları, hangilerinin olmadıkları ile ilgili öğrenci tahminleri sorulmaktadır. Öğrenci bu tabloda tahminlerini işaretledikten sonra cevaplarını kontrol edebilmekte, hangilerinde doğru, hangilerinde ise yanlış tahminde bulunduğunu görebilmektedir.

Animasyonu izmeden önce tahminlerinizi belirtiniz.  
Aşağıdaki aktivitelerden hangisi/hangileri bilimsel anlamda iştir?

**Cevaplarımı Kontrol Et**

	İştir	İş Değildir	
1) Elindeki kitapları yatay doğrultuda bir yerden bir yere taşımak.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	😊
2) Kitapları raflara dizmek.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	😊
3) Yerdeki sırt çantasını yukarı kaldırmak.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	😊
4) Sırtındaki sırt çantasıyla beraber yürümek.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	😊
5) Uyumak.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	😊
6) Ayakta durmak.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	😊
7) Tahterevallide oynamak.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	😊
8) Kaydırdan kaymak.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	😊

### Ondokuzuncu Animasyon: Sınıfta Yapılan Çeşitli Aktivitelerden Hangileri İştir? Hangileri İş Değildir? - Tahmin Panosu

İş olup olmadığı ile ilgili öğrencilerin tahminde bulunmaları istenen aktiviteler şunlardır:

1. Elindeki kitapları yatay doğrultuda bir yerden bir yere taşımak.
2. Kitapları raflara dizmek.
3. Yerdeki sırt çantasını yukarı kaldırmak.
4. Sırtındaki sırt çantasıyla beraber yürümek.
5. Uyumak.
6. Ayakta durmak.
7. Tahterevallide oynamak.
8. Kaydırdaktan kaymak.
9. Trampolende zıplamak.
10. Elindeki evrak çantasını sallamadan yürümek.
11. Elindeki evrak çantasını sallayarak yürümek.
12. Elindeki evrak çantasını sallamadan merdiven çıkmak.
13. Kitap okumak.
14. Yerdeki kutuyu itmek fakat hareket ettirememek.
15. Yerdeki kutuyu itmek ve hareket ettirmek.
16. Yerdeki kutuyu yukarı kaldırmak.
17. Kapıyı açmak.
18. Telefonla konuşmak.
19. Süt içmek.
20. Haltercinin halteri yukarı kaldırması.
21. Haltercinin halteri yukarıda tutması.
22. Haltercinin halteri aşağıya indirmesi.
23. Halat yarışı oynayan iki takımdan birinin diğerini yenmesi.
24. Halat yarışı oynayan iki takımın da birbirini yenememesi.
25. Raptiye ile duvara yazı asmak.
26. Alışveriş sepetini iterek hareket ettirmek.
27. Duvarı itmek.
28. Kayayı itmek fakat hareket ettirememek.

Öğrenciler tahminlerini yaptıktan sonra 'Cevaplarımı kontrol et' butonuna tıklayarak hangilerinde doğru, hangilerinde yanlış tahmin yaptıklarını görebilmektedirler. Bu

aşamadan sonra tek tek her aktivitenin üzerinde durulduğu ve neden iş olup olmadığı sorular üzerinde tartışıldığı animasyonlara geçilebilmektedir. Bu animasyon ile ilgili görseller aşağıda görülebilmektedir.

Animasyonun sonraki kısmında ekranda kitapları taşımakta olan bir çocuk görülmektedir. Bu çocuğun iş yapıp yapmadığına karar verebilmeleri için öğrencilere birkaç soru yöneltilmektedir. Bu sorular şunlardır:

1. Kitaplara kuvvet uygulanmış mıdır?
2. Kitaplar yer değiştirmiş midir?
3. Uygulanan kuvvet ile cismin hareketi aynı doğrultuda mıdır?

Bu sorulara verilen cevaplar doğrultusunda, öğrencilerin yapılan eylemin iş olup olmadığına karar vermesi beklenmektedir. Eğer sorulan üç soru da olumlu şekilde cevaplanmışsa yapılan eylemin iş olduğu, soruların bir veya birkaçı olumsuz şekilde cevaplanmışsa yapılan eylemin iş olmadığı sonucuna varılmaktadır. Öğrencilerin verdikleri cevapların doğru olup olmadığı, sorunun yanında beliren 'gülen surat' veya 'üzgün surat'la gösterilmektedir. Verilen cevap doğru ise yan taraftaki konuşma metninde destekleyici bir açıklama, yanlış ise neden yanlış olduğu ile ilgili bir açıklama görülmektedir. Ayrıca uygulanan kuvvetin yönü ve hareketin yönü yine animasyonda oklar yardımıyla gösterilmektedir. Bu sayede öğrenciler kuvvet uygulanıyorsa ve hareket varsa bunların yönlerini ve aynı doğrultuda olup olmadıklarını daha açık bir şekilde görebilmektedirler.



**Ondokuzuncu Animasyon: Sınıfta Yapılan Çeşitli Aktivitelerden Hangileri İştir? Hangileri İş Değildir? - İş Olup Olmadığına Karar Verebilmek İçin Yöneltilen Sorular**





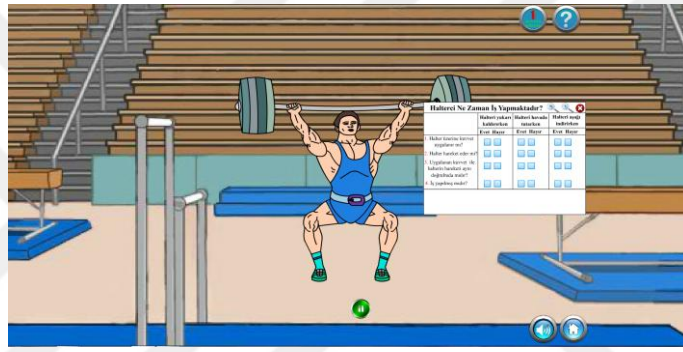
## Ondokuzuncu Animasyon: Sınıfta Yapılan Çeşitli Aktivitelerden Hangileri İştir? Hangileri İş Değildir? - Açıklama ve Sonuca Varma

### 20. Animasyon: Halterci Halteri Kaldırırken mi, Havada Tutarken mi, Yoksa Aşağı İndirirken mi İş Yapar?

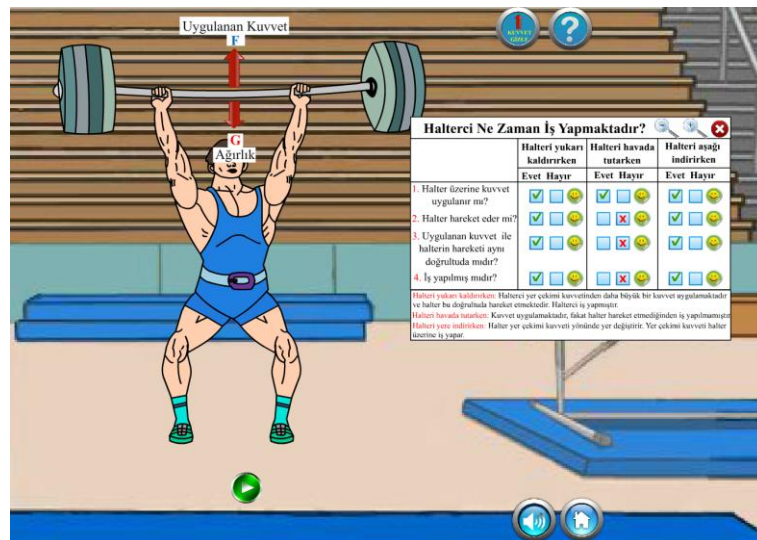
"Halterci halteri kaldırırken mi, havada tutarken mi, yoksa aşağı indirirken mi iş yapar?" başlıklı 20 numaralı animasyon, halter kaldıran bir haltercinin halteri kaldırırken, halteri yukarıda tutarken ve halteri aşağıya indirirken ne zaman bilimsel anlamda iş yaptığını, ne zaman iş yapmadığını tartışmak için hazırlanmıştır. Bu animasyon KHKKT'nin özellikle 19. sorusunda belirlenen kavram yanlışlarını gidermek amacıyla hazırlanmıştır. Onun haricinde KHKKT'nin 14, 20, 21 ve 25. sorularında belirlenen kavram yanlışlarını gidermek ve KHKBT'nin 28, 29, 30 ve 31 numaralı sorularındaki başarıyı arttırmak amaçlanmıştır. Öğrencilerde sıklıkla karşılaşılan, kuvvet uygulanan her durumda iş yapılır, güç sarf edildiği veya enerji harcandığı için iş yapılır gibi kavram yanlışlarını gidermek amaçlanmıştır. Animasyonda haltercinin halteri kaldırma sırasında yaptığı üç hareketten hangilerinin iş olduğu tartışılmaktadır. Bunlar: halterin yukarı kaldırılması, halterin yukarıda sabit tutulması ve halterin aşağıya indirilmesidir.

Halterin kaldırılmasını gösteren animasyon izlenirken, ekranda bir tablo görülmektedir. Bu tabloda, öğrencilerin üzerinde düşünmesi istenen üç hareket (halterin kaldırılması, havada tutulması ve yere indirilmesi) ile ilgili kuvvet uygulanıp uygulanmadığı, yer değiştirmenin gerçekleşip gerçekleşmediği ve yer değiştirme ile uygulanan kuvvetin aynı doğrultuda olup olmadığı, sorular üzerinden tartışılmaktadır. Öğrenciler bu üç durumdan hangilerinde haltere kuvvet uygulandığını, hangilerinde halterin yer değiştirdiğini, hangilerinde uygulanan kuvvet ile yer değiştirmenin aynı doğrultu

üzerinde olduğunu ve buradan yola çıkarak hangi durumlarda iş yapıldığı, hangilerinde yapılmadığını, ilgili kutucukları işaretleyerek görüşlerini belirtirler. Öğrencilerin verdiği yanıtın doğru olup olmadığı yan tarafta beliren imgelerle gösterilmekte, aşağıda da konu ile ilgili bir açıklama metni belirmektedir. Öğrenciler bu tablo üzerinde düşünerek, kuvvet uygulansa bile yer değiştirme gerçekleşmediyse iş yapılmadığı, kuvvet ile yer değiştirme farklı doğrultulardaysa iş yapılmadığı veya kişi sırf yorulup enerji harcadığından dolayı iş yapmış sayılmayacağı sonucuna varırlar. Ayrıca uygulanan kuvvetlerin büyüklüğü ve yönü hakkında daha detaylı bilgiye ulaşmak amacıyla 'Kuvvetleri göster' butonu eklenmiştir. Bu butona tıklandığında kişinin uyguladığı kuvvet ve yer çekimi kuvvetinin yönü oklarla gösterilmektedir.



### Yirminci Animasyon: Halterci Halteri Kaldırırken mi, Havada Tutarken mi, Yoksa Aşağı İndirirken mi İş Yapar? - Sorular



### Yirminci Animasyon: Halterci Halteri Kaldırırken mi, Havada Tutarken mi, Yoksa Aşağı İndirirken mi İş Yapar? - Açıklamalar ve Kuvvetlerin Gösterimi

## 21. Animasyon: Hangisi İştir? Çantayı Sallamadan Yürümek mi? Sallayarak Yürümek mi?

"Hangisi iştir? Çantayı sallamadan yürümek mi? Sallayarak yürümek mi?" başlıklı 21. animasyon, kişinin elinde taşımakta olduğu evrak çantasını sallayarak ve sallamadan yürümesi arasında yapılan iş bakımından bir fark olup olmadığını tartışmak için hazırlanmıştır.

**2. BÖLÜM** **1. BÖLÜM** **Çantayı Sallamadan Yürümek İş Midir?** **3. BÖLÜM**

Bu soruya cevap verebilmek için önce şu soruları cevaplayalım.

1. Çantaya kuvvet uygulanıyor mu?
2. Çanta hareket ediyor mu?
3. Uygulanan kuvvet ile çantanın hareketi aynı doğrultuda mı?
4. İş yapılmış mıdır?

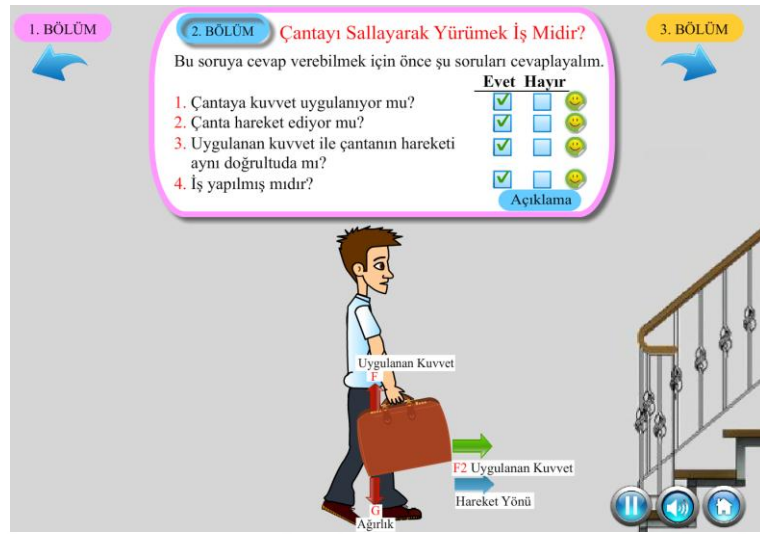
	Evet	Hayır
1. Çantaya kuvvet uygulanıyor mu?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Çanta hareket ediyor mu?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Uygulanan kuvvet ile çantanın hareketi aynı doğrultuda mı?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. İş yapılmış mıdır?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

[Açıklama](#)

Uygulanan Kuvvet  
Hareket Yönü  
Ağırlık

### Yirmibirinci Animasyon: Hangisi İştir? Çantayı Sallamadan Yürümek mi? Sallayarak Yürümek mi? - Çantayı Sallamadan Yürümek İş Değildir

Bu animasyon iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çocuk elindeki evrak çantasını sallamadan yürümekte ve bu yapılan eylemin bilimsel anlamda iş olup olmadığı sorgulanmaktadır. Öğrencilerin doğru kararı verebilmesi için, öğrenciler sorularla yönlendirilmektedir. Bu sorulara 'Evet' veya 'Hayır' kutucuklarını işaretleyerek cevap verilmekte ve bu cevapların doğru olup olmadığı ile ilgili geri bildirim alınmaktadır. Cisme uygulanan kuvvetlerin yönü ve hareketin yönü oklarla gösterilmektedir ve bu sayede uygulanan kuvvetin yönü ile hareketin yönü aynı doğrultuda olmadığı için bu hareketin iş olarak kabul edilmediği vurgulanmaktadır. Çantayı taşımak için yukarı yönde kuvvet uygulanmaktadır, fakat çocuk çanta ile birlikte ileri doğru hareket etmektedir. Yani kuvvet uygulanmasına ve hareketin olmasına rağmen, aynı doğrultu üzerinde olmadıklarından iş yapılmamıştır. Konu ile ilgili daha detaylı bilgiye 'Açıklama' butonuna tıklandığında ulaşılmaktadır. Animasyonun bu bölümüyle ilgili görsel aşağıda görülmektedir.



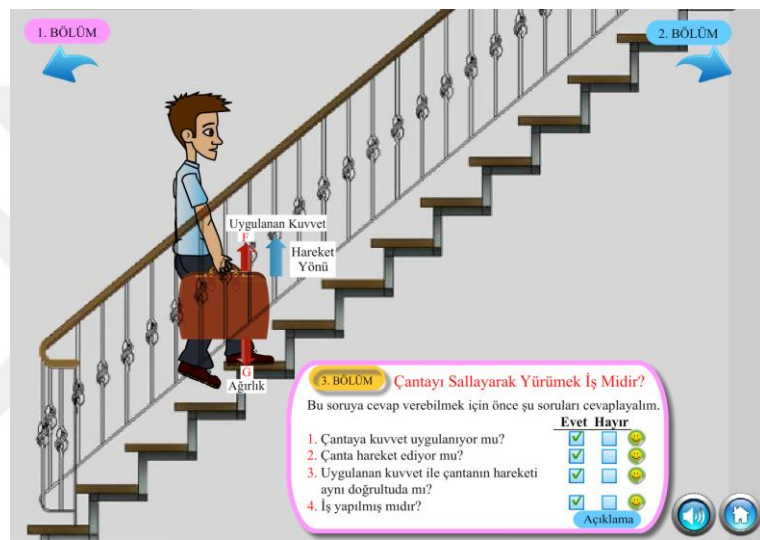
### Yirmibirinci Animasyon: Hangisi İştir? Çantayı Sallamadan Yürümek mi? Sallayarak Yürümek mi? - Çantayı Sallayarak Yürümek İştir

Animasyonun ikinci bölümünde bu sefer çanta sallanarak taşınmakta ve iş yapıp yapılmadığı tartışılmaktadır. Çantayı sallamak için yatay yönde kuvvet uygulanmakta ve hareket de yatay yönde olduğundan iş yapılmaktadır. Uygulanan kuvvet ile hareketin yönünün daha kolay algılanması için oklarla gösterilmektedir. Yürürken çanta sallandığından, uygulanan kuvvet ile hareketin yönü aynı doğrultudadır, iş olması için gerekli bütün şartlar sağlandığından yapılan eylem iştir. Bu animasyonda çantayı sallamadan yürüme ile sallayarak yürüme arasındaki fark ortaya çıkarılmıştır. Çantayı sallamadan yürümek iş değilken, sallayarak yürümek iştir. Bu animasyonun uygulanması ile birlikte, KHKKT'nin 14, 19, 20, 21 ve 25. sorularında belirlenen kavram yanlışlarını gidermek ve KHKBT'nin 28, 29, 30 ve 31 numaralı sorularındaki başarıyı arttırmak amaçlanmıştır.

### 22. Animasyon: Çanta Taşıyarak Merdiven Çıkmak İş midir?

İş konusuyla ilgili hazırlanmış bir diğer animasyon da “Çanta taşıyarak merdiven çıkmak iş midir?” başlıklı 22 numaralı animasyondur. Bir önceki animasyonda çantayı sallamadan taşımak ile çantayı sallayarak taşımak arasında, yapılan iş bakımından nasıl bir farklılık olduğu tartışılırken, bu animasyonda ise çanta taşıyarak merdiven çıkmanın iş olup olmadığı konusu irdelenmektedir. Bu animasyonda da öncekilerde olduğu gibi öğrencilere sorular yöneltilerek yapılan eylemin iş olabilmesi için gerekli koşulların sağlanıp sağlanmadığı sorgulanmaktadır. Animasyonda elinde bir çanta taşıyarak

merdivenlerden yukarı çıkmakta olan bir kişi görülmektedir. Çocuk çantayı elinde dengede tutabilmek amacıyla yer çekimine zıt yönde bir kuvvet uygulamaktadır. Aynı zamanda çocuk çanta ile birlikte merdivenlerden yukarı çıkmaktadır. Bu animasyonda hareket yukarı doğru olduğundan, çantayı sallamadan yürümekten farklı olarak uygulanan kuvvetin yönü ile hareketin yönü aynıdır, yani yukarı doğrudur. Kuvvet uygulandığı, yer değiştirme olduğu ve uygulanan kuvvet ile yer değiştirme aynı yönlü olduğundan, çanta ile beraber merdiven çıkma hareketi iştir sonucuna varılmaktadır. Animasyon ile ilgili görsel aşağıda görülmektedir.



### Yirmiikinci Animasyon: Çanta Taşıyarak Merdiven Çıkmak İş midir?

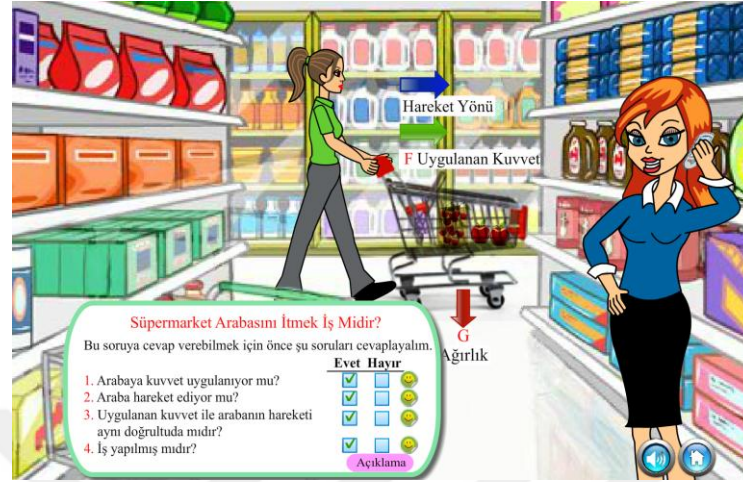
### 23. Animasyon: Süpermarket Arabasını İten Kişi İş Yapar mı?

İş konusu ile ilgili kavram yanlışlarını gidermek amacıyla hazırlanan diğer bir animasyon da "Süpermarket arabasını iten kişi iş yapar mı?" başlıklı 23. animasyondur. Bu animasyonda süpermarket arabasını yatay yönde kuvvet uygulayarak iten ve hareket ettiren bir kişi görülmektedir. Uygulanan kuvvetin yönü ile hareketin yönü aynı doğrultuda olduğundan yapılan eylemin iş olduğu sonucuna varılmaktadır. İş ile ilgili hazırlanan diğer animasyonlarda olduğu gibi bu animasyonda da yapılan hareketin iş olup olmadığına karar verebilmeleri için, öğrencilere benzer sorular sorulmuştur. Bu sorular:

1. Arabaya kuvvet uygulanıyor mu?
2. Araba hareket ediyor mu?
3. Uygulanan kuvvet ile arabanın hareketi aynı doğrultuda mıdır?



Bu soruların hepsine birden olumlu yanıt verildiğinden, yapılan aktivitenin iş olduğu sonucuna varılmaktadır. Animasyon ile ilgili görsel aşağıda görülmektedir.



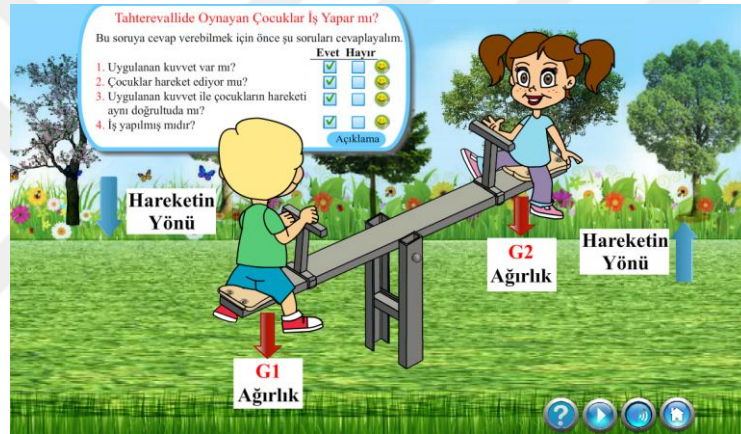
### Yirmiüçüncü Animasyon: Süpermarket Arabasını İten Kişi İş Yapar Mı?

Bu animasyonda aynı zamanda cep telefonuyla konuşmakta olan bir kişinin iş yapıp yapmadığı da sorulmaktadır. Cep telefonunu yukarıda sabit tutabilmek için kuvvet uygulanmakta, fakat cisim hareket etmediği için iş yapılmamaktadır. Yani bu durumda kuvvet uygulanmasına rağmen hareket olmadığı için iş yapılmamaktadır. Buradan hareketle, günlük hayatta yapılan her aktivitenin iş olmadığı veya enerji harcanan her aktivitenin iş olmadığı sonucuna varılmaktadır. Buna ek olarak telefonla konuşmak amacıyla telefon yukarı kaldırılırken veya aşağı indirilirken, kuvvet uygulanarak cisim hareket ettirildiğinden iş yapıldığı belirtilmektedir.

### 24. Animasyon: Tahterevallide Oynayan Çocuklar İş Yapar mı?

“Tahterevallide oynayan çocuklar iş yapar mı?” başlıklı 24. animasyonda bir parkta tahterevallide oynayan çocukların iş yapıp yapmadığı tartışılmaktadır. Eğlence amaçlı yapılan bu eylem, iş için gerekli koşullar düşünüldüğünde, bilimsel anlamda iş olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun sebebi uygulanan kuvvetler ve yer değiştirme göz önünde bulundurularak şu şekilde açıklanabilir: Çocuklara dikey doğrultuda yer çekimi kuvveti etki etmekte, aynı zamanda çocuklar yere yaklaştıklarında ayaklarıyla iterek kuvvet uygulamaktadırlar. Çocuklar tahterevallide oynarken, uygulanan bu kuvvetler neticesinde, yani dikey doğrultuda yol almaktadırlar. Bu hareket sırasında kuvvet uygulandığından, yer değiştirme gerçekleştiğinden ve uygulanan kuvvet ile yer

değiştirme aynı doğrultuda olduğundan, yapılan eylemin iş olduğu sonucuna varılmaktadır. Animasyon sırasında uygulanan kuvvetlerin ve hareketin yönü oklarla gösterilmektedir. ‘Açıklama’ butonuna tıklandığında da sorular ile ilgili açıklama metnine ulaşılmaktadır. Bu animasyonda, ilk aşamada düşünüldüğünde iş yapma maksadı görülmeyen, sadece eğlence amaçlı yapılan bir eylemin bile gerekli koşullar sağlandığında bilimsel anlamda iş olabileceği sonucuna varılmaktadır. Öğrencilere tahterevallide oynamanın iş olup olmadığı sorulduğunda, öğrenciler sadece oyun oynadıkları için iş yapmadıklarını düşünebilmektedirler. Fakat uygulanan kuvvetler ve yer değiştirme düşünüldüğünde bu aktivitenin iş olduğu sonucuna varabilmektedirler. Bu animasyon ile ilgili ekran görüntüsü aşağıda görülmektedir.



**Yirmidördüncü Animasyon: Tahterevallide Oynayan Çocuklar İş Yapar Mı?**

### **25. Animasyon: Hangisi İştir? Boş Bardakları Taşımak Mı? Dolu Bardakları Taşımak Mı? Yoksa İkisi De İş Değil Midir?**

“Hangisi iştir? Boş bardakları taşımak mı? Dolu bardakları taşımak mı? Yoksa ikisi de iş değil midir?” başlıklı 25. animasyon özellikle KHKKT'nde yer alan 21 numaralı soruda belirlenen kavram yanlışlarını gidermeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Öğrencilere boş bardakları taşımak ile dolu bardakları taşımak arasında yapılan iş bakımından herhangi bir fark olup olmadığı sorulduğunda, öğrenciler genellikle dolu bardaklar daha ağır olduğundan ve kişinin onları taşıırken daha fazla yorulacağından, dolu bardakları taşımanın daha büyük bir iş olduğunu belirtmektedirler. Öğrencilerin böyle bir kavram yanlışlığına sahip oldukları belirlenmişse, bu kavram yanlışlığının hazırlanan animasyon ile giderilmesi amaçlanmıştır.



### Yirmibeşinci Animasyon: Hangisi İştir? Boş Bardakları Taşımak Mı? Dolu Bardakları Taşımak Mı? Yoksa İkisi De İş Değil Midir? - Dolu Bardakların Taşınması

Animasyonda dolu bardakları tepsi üzerinde taşıyan bir kişi görülmektedir. Bu bardakları yatay düz bir yol boyunca masaya kadar taşımakta ve dolu bardakları masaya bırakıp, boş bardakları tepsiye dizerek aynı yolu geri gelmektedir. Geri dönüşte sadece boş bardakları taşımaktadır. Daha önceki animasyonlarda uygulanan kuvvet ile yer değiştirmenin birbirine dik olduğu durumlarda iş yapılmadığı vurgulanmıştı. Bu durum bu animasyonda da benzer şekilde oklar yardımıyla gösterilerek vurgulanmıştır. İlk aşamada taşınan dolu bardakların ağırlığını dengelemek amacıyla yer çekimine zıt yönde, yani yukarı doğru bir kuvvet uygulanmaktadır. Uygulanan kuvvet düşey doğrultuda olmasına karşın, hareket yönü yatay doğrultudadır, yani uygulanan kuvvet ile yer değiştirme aynı doğrultuda değil, birbirine diktir. Bu durumda iş yapıldığı söylenememektedir.



### Yirmibeşinci Animasyon: Hangisi İştir? Boş Bardakları Taşımak Mı? Dolu Bardakları Taşımak Mı? Yoksa İkisi De İş Değil Midir? - Boş Bardakların Taşınması

Benzer şekilde boş bardaklar taşındığında onları yukarıda dengede tutmak için öncekine göre daha az bir kuvvet uygulanmaktadır çünkü boş bardakların ağırlığı daha azdır.



Fakat uygulanan bu kuvvet de dikey doğrultudadır, yani hareket yönüne diktir. Bu durumda da iş yapıldığı söylenememektedir. Yani her iki durumda da iş yapılmamıştır çünkü iki durumda da uygulanan kuvvet ile hareketin yönü aynı doğrultuda değildir. Buradan hareketle, daha ağır cisimleri bir yerden bir yere taşımanın daha büyük bir iş olduğunu düşünmenin bir kavram yanılgısı olduğu ortaya çıkmaktadır. Çünkü her iki durumda da, uygulanan kuvvet ve hareketin yönü göz önünde bulundurulduğunda, aslında bilimsel anlamda iş yapılmadığı ortaya çıkmaktadır.

## 26. Animasyon: Kaydırdaktan Kayan Çocuk İş Yapar Mı?



### Yirmialtıncı Animasyon: Kaydırdaktan Kayan Çocuk İş Yapar Mı?

“Kaydırdaktan kaymak iş midir?” başlıklı 26. animasyonda parkta kaydırdaktan kayarak eğlenen bir çocuğun bilimsel anlamda iş yapıp yapmadığı tartışılmaktadır. Öğrencilerin bir kısmı bu hareketin sadece oyun ve eğlence amaçlı bir hareket olduğunu ve bu sebeple iş yapmadığını düşünebilmektedirler. Bunun gibi kavram yanılgılarını gidermek amacıyla bu animasyon hazırlanmıştır.

Animasyonda kaydırdaktan kaymakta olan bir çocuk görülmektedir. Bu çocuğun iş yapıp yapmadığına karar verebilmek amacıyla sırasıyla şu sorular yöneltilmektedir:

1. Çocuğa uygulanan bir kuvvet var mı?
2. Çocuk hareket ediyor mu?
3. Uygulanan kuvvet ile çocuğun hareketi aynı doğrultuda mı?

Bu sorulara verilmesi beklenen cevaplar işe şu şekildedir: Çocuğa düşey doğrultuda yer çekimi kuvveti etki etmektedir. Çocuk kaydırdaktan kayarken, uygulanan bu kuvvet neticesinde hem yatayda, hem de düşeyde yer değiştirmektedir. Çocuğa etki eden yer

çekimi kuvveti ile çocuğun düşeyde aldığı yol aynı doğrultuda olduğundan, iş yapılmıştır. Kuvvet ve hareket yönleri bu animasyonda da oklarla gösterilerek öğrencilerin daha kolay kavramaları amaçlanmıştır.

### **27. Animasyon: Halat Çekme Yarışında Yenen Takım mı Yenilen Takım mı İş Yapar?**

“Halat çekme yarışında yenen takım mı yenilen takım mı iş yapar?” başlıklı 27. animasyonda yine oyun amaçlı yapılan bir eylemin iş olup olmadığı tartışılmaktadır. Bu animasyon özellikle KHKKT'nde yer alan 20 numaralı soruda belirlenen kavram yanlışlarını gidermek amacıyla hazırlanmıştır. Bu animasyonun ilk kısmında takımlardan biri diğerini yenmekte, ikinci kısmında ise takımlar birbirine eşit kuvvet uygulamakta, bunun neticesinde de birbirlerini yenemeyerek berabere kalmaktadırlar. Animasyonun ilk kısmında takımlardan biri diğeri üzerine büyük bir kuvvet uygulayarak ve fazla hareket etmeden diğeri takımını kendilerine doğru çekerek onları yenmişlerdir. Yenen takım diğeri takım üzerine kuvvet uygulamakta ve onlara yol aldırılmaktadır. Bu durumda yenen takım iş yapmıştır. Yenilen takım ise diğeri takıma kuvvet uygulamakta fakat onlara yol aldırılmamaktadır. Bu durumda yenilen takım iş yapmamıştır. Yenilen takım üzerine kuvvet uygulanmış ve uygulanan kuvvet neticesinde hareket etmiştir, bu durumda yenilen takım üzerine iş yapılan takımdır, iş yapan takım değildir. Öğrencilerin bir kısmı yenilen takım hareket ettiği için onların iş yaptığını düşünebilmektedirler. Fakat iş olabilmesi için önemli olan kendisinin hareket etmesi değil, kuvvet uygulayarak diğeri nesneyi hareket ettirmesidir. Yenilen takımın kendisi hareket ettiği, diğeri takımını hareket ettiremediği için üzerine iş yapılmıştır. Bu animasyonla ‘iş yapmak’ ile ‘üzerine iş yapılmak’ kavramları arasındaki fark üzerinde durulmaktadır.

Bu animasyonda olduğu gibi, yenen takımın hareket etmeden diğeri takımını yendiği özellikle belirtilmeseydi, iki takımın da hareket ettiği düşünülürdü. Bu durumda iki takım da kuvvet uygular ve iki takım da yatay yönde hareket eder, bu durumda da yenen takım da yenilen takım da iş yapardı. Yalnız buradaki tek fark; yenen takım uyguladığı kuvvet yönünde diğeri takıma yol aldırılmış, dolayısıyla pozitif iş yapmıştır. Yenilen takım ise kuvvet uygulamakta, fakat diğeri takıma bu yönde yol aldırılmamakta, yenen takım zıt yönde hareket etmektedir. Bu durumda yenilen takımın uyguladığı kuvvetin

yönü ile yenen takımın hareket yönü birbirine zıt olduğundan, yenilen takım negatif iş yapmış sayılırdı. ‘Negatif iş’ kavramı ortaokul 7. sınıf müfredatında yer almadığından, bu konuya değinilmemiş ve animasyon bu şekilde düzenlenmiştir.



### **Yirmiyedinci Animasyon: Halat Çekme Yarışında Yenen Takım Mı Yenilen Takım Mı İş Yapar?**

Animasyonun ikinci kısmında ise birbirine kuvvet uygulayarak birbirini çekmeye çalışan, fakat birbirini yenmeyi başaramayan iki takımın halat çekme oyunu görülmektedir. Animasyonun bu kısmında iki takım da birbirine kuvvet uygulamakta, fakat birbirlerini hareket ettirmeyi başaramamaktadırlar. Bu durumda kuvvet uygulanmasına rağmen, yer değiştirme gerçekleşmediğinden iki takımın da iş yapmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu animasyonda iş yapılması için kuvvet uygulanması, yer değiştirmenin olması ve uygulanan kuvvet ile yer değiştirmenin aynı doğrultuda olması şartları bir kez daha vurgulanmaktadır. Bu animasyon ile ilgili görsel yukarıda görülmektedir.

### **28. Animasyon: Çocuk İle Köpeğinin Oynadığı Kurdele Çekme Oyununda Kim İş Yapar? Kazanan mı? Kaybeden mi?**

"Çocuk ile köpeğin oynadığı kurdele çekme oyununda kim iş yapar? Kazanan mı? Kaybeden mi?" başlıklı 28. animasyonda birbirine kuvvet uygulayarak birbirini hareket ettirmeye uğraşan bir çocuk ve bir köpek görülmektedir. Animasyonun başlangıcında ikisi de birbirine kuvvet uygulamakta, fakat birbirini hareket ettirmeyi başaramamışlardır. Bu durumda ikisinin de iş yapmadığı vurgulanmaktadır.

Animasyonun diğer kısmında ikisi de kuvvet uygulamaktadır, fakat çocuğun uyguladığı kuvvet köpeğin uyguladığı kuvvetten daha büyüktür. Bu yüzden ikisi de hareket ederek, çocuk köpeği kendine doğru çekmektedir. Bu durumda ikisi de kuvvet uygulayıp, ikisi de hareket ettiğinden ikisi de iş yapmaktadır. Çocuk uyguladığı kuvvet yönünde köpeği çektiği için çocuk pozitif iş yapmaktadır. Köpeğin uyguladığı kuvvetin yönüne ters istikamette çocuk hareket ettiğinden, köpek negatif iş yapmaktadır.

Animasyonun son kısmında da çocuk hareket etmeden köpeği kendine doğru çekerek köpeği hareket ettirmektedir. Bu durumda sadece çocuk iş yapmaktadır, köpek çocuğu hareket ettirmeyi başaramadığından köpek iş yapmamıştır. Bu animasyon ile ilgili görsel aşağıda görülmektedir.



**Yirmisekizinci Animasyon: Çocuk İle Köpeğin Oynadığı Kurdele Çekme Oyununda Kim İş Yapar? Kazanan mı? Kaybeden mi?**

### **İş Yapma Kolaylığı Sağlayan Basit Makineler İle İlgili Animasyonlar**

Basit makineler ile ilgili olan 29, 30 ve 31 numaralı etkinlikler oyun tarzında hazırlanmışlardır. Bu etkinlikler özellikle KHKBT'ndeki 35, 36 ve 37. sorulardaki başarıyı arttırmak ve KHKKT'ndeki 25. soruda belirlenen kavram yanlışlarını gidermek amacıyla hazırlanmışlardır. Basit makineler ile ilgili etkinliklerin uygulanmasıyla aşağıdaki kazanımların elde edilmesi amaçlanmaktadır:

- Bir kuvvetin yönünün nasıl değiştirilebileceği hakkında tahminlerde bulunur ve tahminlerini test eder.
- Bir kuvvetin yönünü ve/veya büyüklüğünü değiştirmek için kullanılan araçları basit makineler olarak isimlendirir.

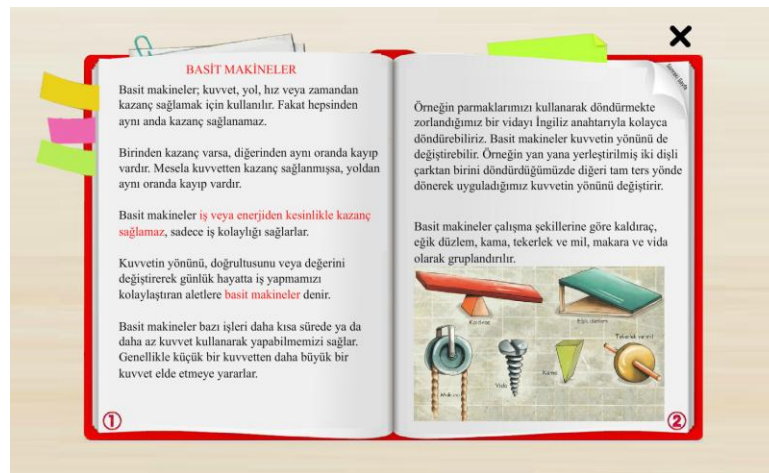
- Basit makine kullanılarak uygulanan "giriş" kuvvetinden daha büyük bir "çıkış" kuvveti elde edilebileceğini fark eder.
- Bir işi yaparken basit makine kullanmanın enerji tasarrufu sağlamayacağını, sadece iş yapma kolaylığı sağlayacağını belirtir.
- Günlük hayatta kullanılan basit makinelerin işlevini açıklar.
- Basit makineleri kaldıraç, makara, eğik düzlem, vida, kama, çıkrık, çark, kasnak ve tekerlek olarak sınıflandırır ve bunlara örnekler verir.
- Kaldıraç tiplerini (destek ortada, kuvvet ortada, yük ortada) örneklerle açıklar.

İş yapma kolaylığı sağlayan basit makinelerle ilgili hazırlanan etkinliklerin uygulanmasıyla, aşağıdaki kavram yanılgılarının giderilmesi amaçlanmıştır:

- Basit makineler işten kazanç sağlar.
- Basit makineler kuvvetten ve yoldan aynı anda kazanç sağlar.

## 29. Animasyon: Odada Bulunan Çeşitli Eşyalardan Hangileri Basit Makinedir? Bunlar Hangi Tip Basit Makineye Örnektir?

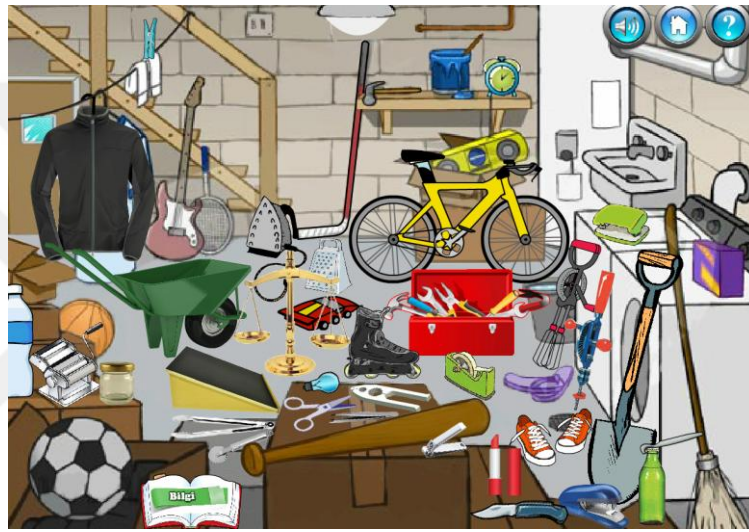
'Odada bulunan çeşitli eşyalardan hangileri basit makinedir? Bunlar hangi tip basit makineye örnektir?' başlıklı 29 numaralı uygulamanın başlangıcında basit makinelerin özellikleri, çeşitleri, hangi basit makinenin ne amaçla kullanıldığı ile ilgili genel bilgiler verilmektedir. Bu bilgiler defter sayfalarında yer almakta olup, sayfa çevirme animasyonu ile sonraki sayfalara geçilebilmektedir.



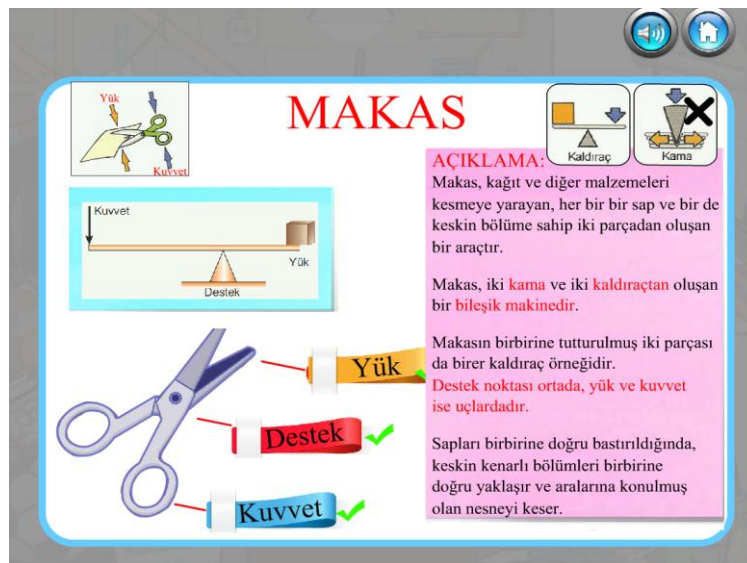
## Yirmidokuzuncu Animasyon: Odada Bulunan Çeşitli Eşyalardan Hangileri Basit Makinedir? Bunlar Hangi Tip Basit Makineye Örnektir? - Basit Makinenin Tanımı Ve Çeşitleri



Konu ile ilgili bilgiler gözden geçirildikten sonra, bir odada dağınık halde yer alan eşyalardan hangilerinin basit makineye örnek olduğunun bulunması oyunu oynanmaktadır. Seçilen eşyanın basit makine olup olmadığı ile ilgili geri bildirim verilmekte ve basit makine ise, hangi tür basit makineye örnek olduğu ile ilgili sorular sorulmaktadır. Kaldıraç tipi basit makine örneklerinde destek, kuvvet ve yük noktalarının belirlenmesi istenmektedir. Seçilen her basit makine ile ilgili açıklayıcı bilgiler verilerek, konunun pekiştirilmesi sağlanmaktadır. Odada yer alan basit makinelerin tümünün bulunmasıyla oyun tamamlanır.

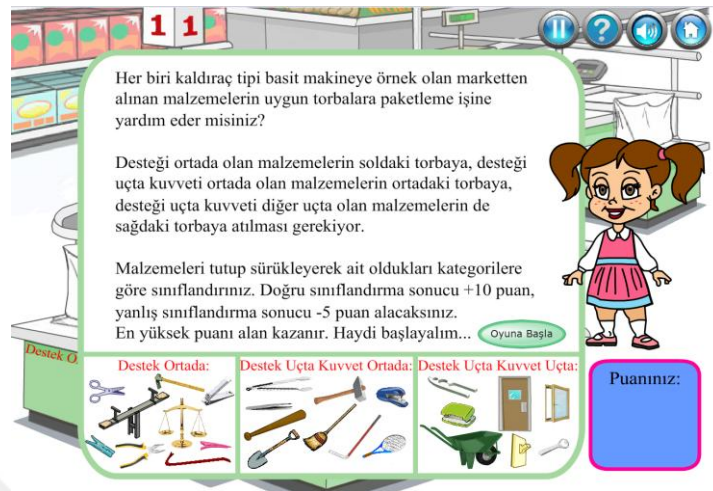


**Yirmidokuzuncu Animasyon: Odada Bulunan Çeşitli Eşyalardan Hangileri Basit Makinedir? Bunlar Hangi Tip Basit Makineye Örnektir? - Oyun**



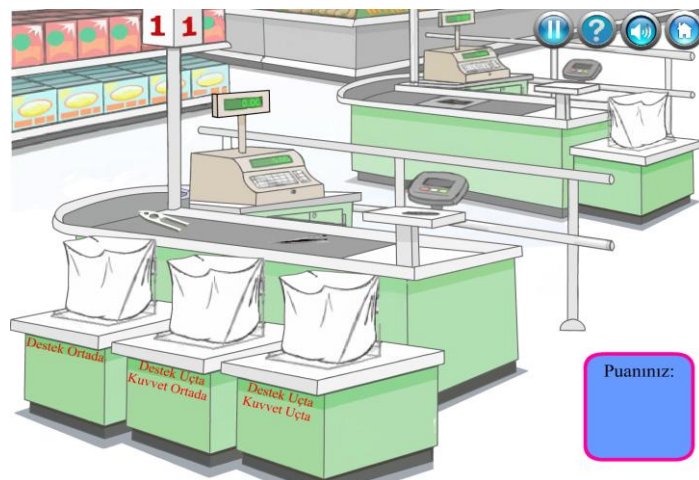
**Yirmidokuzuncu Animasyon: Odada Bulunan Çeşitli Eşyalardan Hangileri Basit Makinedir? Bunlar Hangi Tip Basit Makineye Örnektir? - Makasla İlgili Detaylı Bilgi**

### 30. Animasyon: Basit Makineleri Sınıflandırma Oyunu 1



#### Otuzuncu Animasyon: Basit Makineleri Sınıflandırma Oyunu 1 - Yönerge

'Basit makineleri sınıflandırma oyunu 1' başlıklı 30 numaralı oyunun amacı ise, bir marketten satın alınan her biri kaldıraç tipi basit makineye örnek olan farklı eşyaların, kaldıraçın türüne göre (destek ortada, kuvvet ortada veya kuvvet uçta) uygun torbalara paketlenmesidir. Konu ile ilgili bilgilerin tazelenmesi için, sınıflandırılması istenecek eşyaların hangi kategoride oldukları oyunun başına, yönergenin bulunduğu sayfada gösterilmektedir. Kasanın hareketli bantında hareket halinde olan malzemeler düşmeden önce ait oldukları torbaya taşınmalıdırlar. Verilen sürede malzemeler uygun torbalara taşındığı takdirde puan kazanılır, Yanlış torbalara taşındığında puan kaybedilir, en yüksek puanı almak için oyun defalarca oynanabilir, farklı eşyaların yer aldığı üst seviyeye geçerek oyun devam eder.



#### Otuzuncu Animasyon: Basit Makineleri Sınıflandırma Oyunu 1

### 31. Animasyon: Basit Makineleri Sınıflandırma Oyunu 2

'Basit makineleri Sınıflandırma Oyunu 2' başlıklı 31 numaralı oyunun amacı ise, çeşitli basit makineleri temsil eden pulların ait oldukları kategorilere (kaldıraç tipleri, vida, eğik düzlem, makara, dişli, kama vb.) yerleştirilmeleridir. Seçilen basit makine uygun kategoriye sınıflandırılırsa başarılı olunur ve pul ait olduğu kategoriye yerleşir, bütün pullar doğru kategoriye yerleştirildiğinde oyun tamamlanır. Oyunu tamamlamak için harcanan süre ile yapılan doğru ve yanlış hamlelerin sayısı ekranda gösterilir. Buna göre öğrenci, başarı oranı ve harcadığı süre ile ilgili bilgi sahibi olur.



### Otuzbirinci Animasyon: Basit Makineleri Sınıflandırma Oyunu 2

#### Kuvvet - İş - Enerji İle İlgili Animasyonlar

### 32. Animasyon: Bisiklet Pedalını Çevirerek İş Yap, Enerji Kazan, Bu Enerjiyi Tekrar İş Yapmakta Kullan

'Bisiklet pedalını çevirerek iş yap, enerji kazan, bu enerjiyi tekrar iş yapmakta kullan' başlıklı 32 numaralı animasyon, Kuvvet ve Hareket Konusu Kavram Testi'nde yer alan 23 numaralı soruda belirlenen kavram yanlışlarını gidermek amacıyla hazırlanmıştır. Bu soruda, bisikletin pedallarını çevirerek hareket etmekte olan bir bisiklet sürücüsünün, pedal çevirmeyi bıraktıktan sonraki hareketinin nasıl olacağı sorulmuştur.

Bu soruda giderilmesi hedeflenen kavram yanlışları şunlardır:

- Hareketin başlangıcında uygulanan itici kuvvet (kazanılan kuvvet) artık etkimiyor olsa bile hareketi etkilemeye devam eder.



- Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur.
- Harekete neden olan kuvvet ortadan kalkarsa, cisim aniden durur.

Yedinci sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan ve bu animasyonla kazandırılması amaçlanan kuvvet, iş ve enerji kavramlarıyla ilgili kazanımlar aşağıda listelenmektedir:

- Kuvvet, iş ve enerji arasındaki ilişkiyi araştırır.
- Enerjiyi iş yapabilme yeteneği olarak tanımlar.
- Hareketli cisimlerin kinetik enerjiye sahip olduğunu fark eder.
- Sürtünme kuvvetinin, kinetik enerjide bir azalmaya sebep olacağını fark eder.
- Kinetik enerjideki azalmayı enerji dönüşümleriyle açıklar.



**Otuzikinci Animasyon: Bisiklet Pedalını Çevirerek İş Yap, Enerji Kazan, Bu Enerjiyi Tekrar İş Yapmakta Kullan - Pedalların Çevrilmesi Bırakılınca Kinetik Enerjinin İşe Dönüşümüyle Bisikletlinin Bir Süre Daha Yol Alması**

Animasyonun başlangıcında, bisikletli bir kuvvet uygulayarak pedalları çevirmektedir. Uygulanan bu kuvvet sürtünme kuvvetinden büyük olduğundan, net kuvvet hareketin yönündedir. Dolayısıyla bisiklet üzerine pozitif iş yapılmaktadır. Yapılan iş kinetik enerjiye dönüşür, iş yaptıkça hızı ve kinetik enerjisi artar. Pedalların çevrilmesi bırakıldığında ise, bisiklet aniden durmaz, kinetik enerjisi işe dönüşene kadar yavaşlayarak hareketine bir süre daha devam eder, sonra durur. Pedalların çevrilmesi bırakıldığında, bisikletlinin uyguladığı kuvvet artık etkimemektedir, etkiyen tek kuvvet sürtünme kuvvetidir. Sürtünme kuvveti harekete ters yönde etki olduğundan, sürtünme kuvveti bisiklet üzerine negatif iş yapmaktadır. Sürtünme kuvvetinin etkisiyle bisikletlinin

hızı azalır, dolayısıyla kinetik enerjisi azalır. Kinetik enerji işe dönüşür, sahip olunan kinetik enerji kadar iş yapılır ve sonunda bisiklet durur.

### 33. Animasyon: Salıncak Salınımında Kuvvet, İş, Enerji İlişkisinin Keşfi

'Salıncak salınımında kuvvet, iş, enerji ilişkisinin keşfi' başlıklı 33 numaralı animasyon özellikle KHKKT'nin dokuzuncu sorusunda belirlenen kavram yanılgılarını giderebilmek için hazırlanmıştır. Animasyonda salıncakta sallanan bir çocuk görülmektedir. Bu salıncağa bir başka kişi tarafından periyodik olarak eşit büyüklükte kuvvet uygulanarak salıncak itilmektedir. Bu durumda salıncağın nasıl bir hareket yapacağı, ilk konumundan daha çok mu, yoksa daha az mı yükseleceği, yoksa her seferinde aynı yüksekliğe mi çıkacağı ile ilgili öğrenci görüşleri sorulmaktadır. Öğrenci görüşleri alındıktan sonra 'Cevap' butonuna tıkladığında, konu ile ilgili açıklama metnine ulaşılabilir. Konunun daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla kuvvet, iş ve enerji ilişkisi animasyon üzerinde formüllerle açıklanmaktadır. Salıncağa her seferinde eşit büyüklükte kuvvet uygulanarak, salıncak üzerine iş yapılır. Bu kuvvetin yaptığı iş kinetik enerjiye dönüşür ve salıncağın hızı artar. Kinetik enerji de daha sonra potansiyel enerjiye dönüşür ve salıncak yükselir. Tekrar kuvvet uygulandığında sahip olduğu kinetik enerjiye kuvvetin yaptığı işin enerjisi eklenir ve hareket artan enerjiyle devam eder, salıncak daha yükseğe çıkar. Uygulanan kuvvet periyodik olarak tekrarlandığından, her defasında salıncağın kinetik enerjisi biraz daha artar ve bu artan kinetik enerjiyle beraber potansiyel enerjisi de artarak salıncak gittikçe yükselir. Salıncağa kuvvet uygulanmasıyla beraber salıncağın her seferinde daha çok yükseldiği animasyonda açıkça görülebilmektedir.

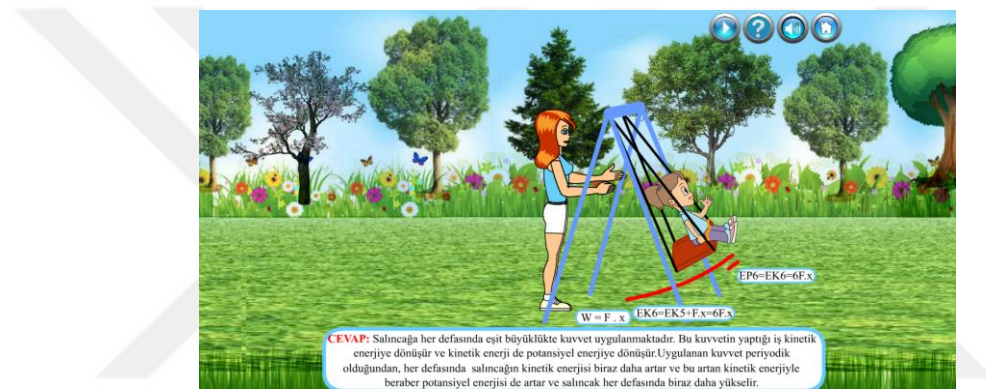


### Otuzüçüncü Animasyon: Salıncak Salınımında Kuvvet, İş, Enerji İlişkisinin Keşfi - Kuvvet Uygulanmasıyla Salıncağın Yükselmesi

Bu animasyonun izlenmesi ile ulaşılmaları hedeflenen kazanımlar şunlardır:

- Kuvvet, iş ve enerji arasındaki ilişkiyi araştırır.
- Hareketli cisimlerin kinetik enerjiye sahip olduğunu fark eder.
- Cisimlerin konumları nedeniyle çekim potansiyel enerjisine sahip olduğunu belirtir.
- Potansiyel ve kinetik enerjilerin birbirine dönüşebileceğini örneklerle açıklar.

Giderilmesi amaçlanan kavram yanlışları ise; sürtünmeden dolayı salıncağın yavaşlayarak her seferinde daha az yükselmesi, eşit kuvvet uygulanarak eşit yüksekliğe çıkması veya herhangi bir yorum yapılamayacağı gibi kavram yanlışlarıdır.



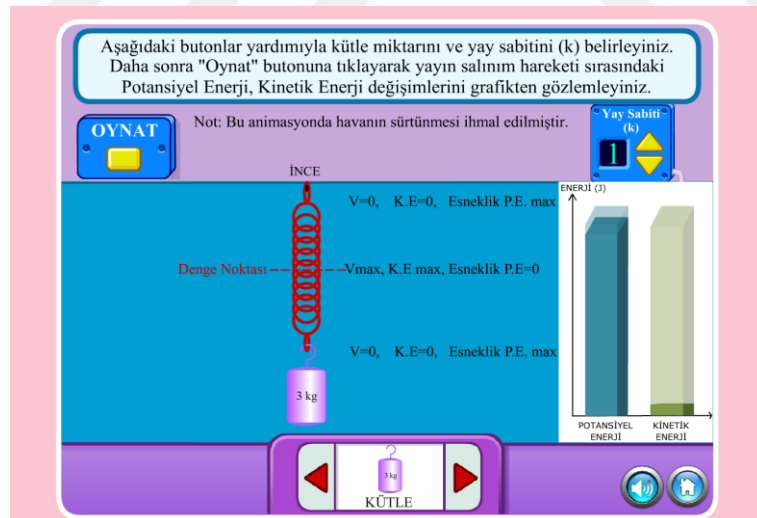
### Otuzüçüncü Animasyon: Salıncağın Salınımında Kuvvet, İş, Enerji İlişkisinin Keşfi - Kuvvetin Periyodik Olarak Uygulanmasıyla Salıncağın Daha Çok Yükselmesi

#### 34. Animasyon: Yayın Salınımındaki Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri

'Yayın salınımındaki kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri' başlıklı 34 numaralı animasyonda, farklı kütleli cisimlerin asıldığı yayların salınımı sırasındaki esneklik potansiyel enerjisi ve kinetik enerjinin birbirine dönüşümlerine dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

Animasyon ekranının aşağısında yer alan buton kullanılarak, 1 kg, 2 kg veya 3 kg'lık kütleler arasından istenilen kütle seçilebilmektedir. Asılan kütle miktarı değiştikçe,  $F=k \cdot x$  bağıntısına göre yayın uzama miktarı da değişmektedir. Örneğin yay sabiti ( $k$ ) değeri 1 olan bir yay 1 kg kütleli, yani 10 N ağırlığında bir cisim asıldığında,  $10=1 \cdot x$  eşitliğinden yayın 10 cm uzayacağı hesaplanmaktadır. 3 kg kütleli, yani 30 N ağırlığındaki bir cisim asıldığında ise,  $30=1 \cdot x$  eşitliğinden, yayın 30 cm uzayacağı hesaplanmaktadır. Esneklik potansiyel enerjisinin formülü de  $E_p=1/2 \cdot k \cdot x^2$  olduğundan,

yayın uzama miktarı arttıkça, yayın esneklik potansiyel enerjisinin de artacağı görülmektedir. Yaya farklı kütlelerin asılmasıyla değişen esneklik potansiyel enerjisi miktarı, ekranın sağ tarafında görülen grafikten de takip edilebilmektedir. Benzer şekilde deneyde kullanılacak yay sabitinin değeri de değiştirilebilmektedir. Aynı kütleli cisim, yay sabiti farklı değerlerde olan farklı kalınlıklardaki yaylara asıldığında, esneklik potansiyel enerjisi miktarındaki değişim yine yan tarafta yer alan grafikte görülebilmektedir. Deneyde kullanılacak kütle ve yay seçildikten sonra, 'Oynat' butonuna tıkladığında yayın salınım hareketi ve esneklik potansiyel enerjisi ile kinetik enerjisi arasındaki dönüşüm gözlenebilmektedir. Yay en alt ve en üst konumdayken esneklik potansiyel enerjisi miktarı en yüksek, hız ve kinetik enerjisi miktarı ise sıfır değerindedir. Denge konumunda ise yayın esneklik potansiyel enerjisi sıfır, hız ve kinetik enerjisi miktarı ise en yüksek değerdedir. Yayın salınımı sırasında potansiyel ve kinetik enerjinin birbirine dönüşümü bar grafikten takip edilebilmektedir. Yayın eşit miktarda gerilmesi ve sıkıştırılması sırasında yayda depolanan esneklik potansiyel enerjisi miktarlarının birbirine eşit olacağı bu animasyonda vurgulanan konular arasındadır.



#### Otuzdördüncü Animasyon: Yayın Salınımındaki Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri

Bu animasyon özellikle KHKKT'nde yer alan 15 numaralı soruda belirlenen, yayın eşit miktarda gerilmesi ve sıkıştırılması sırasında depolanan enerji miktarı ile ilgili kavram yanlışlarını gidermek amacıyla hazırlanmıştır. Giderilmesi hedeflenen kavram yanlışları şunlardır:

- Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolamaz.
- Gerilmiş yayda daha fazla enerji depolanır.
- Sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji depolanır.

Bu animasyonla birlikte ulaşılmaması hedeflenen kazanımlar ise şunlardır:

- Bazı cisimlerin esneklik özelliği nedeni ile esneklik potansiyel enerjisine sahip olabileceğini belirtir.
- Sıkıştırılmış veya gerilmiş bir yayın esneklik potansiyel enerjisine sahip olduğunu fark eder.
- Hareketli cisimlerin kinetik enerjiye sahip olduğunu fark eder.
- Potansiyel ve kinetik enerjilerin birbirine dönüşebileceğini örneklerle açıklar.
- Enerji dönüşümlerinden hareketle, enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.

### **35. Animasyon: Sarkaç Salınımındaki Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri**

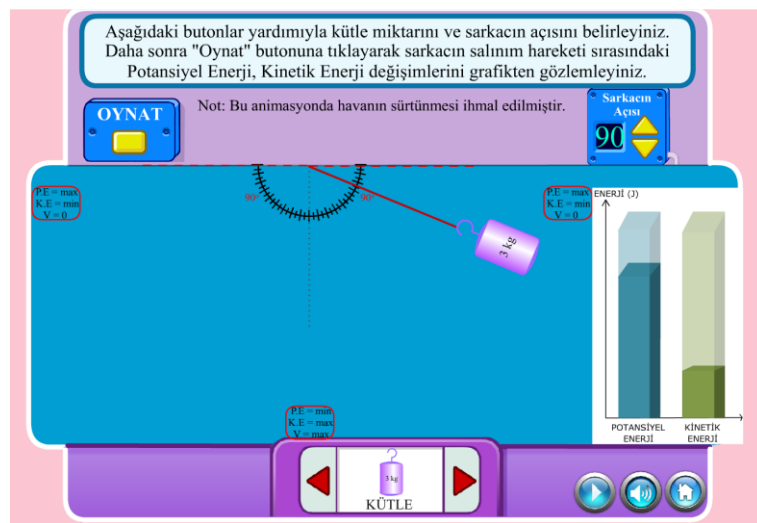
'Sarkaç salınımındaki potansiyel ve kinetik enerji dönüşümleri' başlıklı 35 numaralı animasyonun amacı, bir ipe bağlı olan farklı kütlelerdeki cisimlerin farklı yüksekliklerden bırakılmasıyla yaptıkları salınım hareketindeki potansiyel ve kinetik enerji değişimlerini gözlemlemektir. Bu animasyonda aynı zamanda Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nde yer alan 17, 23, 24, 25, 27, 32, 33, 34, 38, 40 ve 42 numaralı sorulardaki başarının da artırılması hedeflenmektedir.

Animasyonda, kütlelerin 1 kg, 2 kg veya 3 kg olarak belirlenmesini sağlayan bir buton yer almaktadır. Buradan seçilen kütleyle göre potansiyel enerjideki değişim yan tarafta bulunan grafikte görülebilmektedir. Sarkacın salınım yapacağı açı da bir başka butonla ayarlanabilmektedir. Sarkacın açısı  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$  veya  $90^\circ$  olarak belirlenebilmektedir. Sarkacın açısını arttırdıkça yüksekliği de artacağından sahip olduğu potansiyel enerji de artacaktır ve bu da grafikten gözlemlenebilmektedir. İlk hızı olmadan cisim serbest bırakıldığından, başlangıçta sadece potansiyel enerjisi bulunmaktadır. Cisim bırakılıp, sarkaç salınım hareketine başladığı andan itibaren cisim yere yaklaştıkça potansiyel enerjisi azalmakta, hızı artmakta ve kinetik enerjisi artmaktadır. Potansiyel ve kinetik enerjideki değişimler grafikte takip edilebilmektedir. Sarkacın açısı  $0^\circ$  konumuna geldiğinde ise hızı en yüksek değerine ulaşır. Cisim en alt

noktaya ulaştığında, hızı ve kinetik enerjisi en yüksek (max), potansiyel enerjisi ise en düşük (min) değerine ulaşır. Cisim en yükseğe ulaştığında ise bir an durur, dolayısıyla hızı ve kinetik enerjisi sıfır değerindedir, bu konumdaki potansiyel enerjisi değeri ise en yüksek (max) değerine ulaşır. Farklı kütleler ve farklı yüksekliklerin seçilerek deneyin tekrarlanması ile, enerji miktarlarındaki değişim gözlenebilmektedir. Hava sürtünmesinin ihmal edilmediği normal şartlarda, toplam enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşür ve sarkaç salınımı sırasında her defasında biraz daha az yükselerek en sonunda durur. Fakat bu animasyonda havanın sürtünmesi ihmal edilmiştir, yani enerji dönüşümünde ısı enerjisi ihmal edilerek sadece potansiyel ve kinetik enerji arasındaki dönüşüm gösterilmiştir. Potansiyel ve kinetik enerjide azalmaya sebep olacak havanın sürtünmesi ihmal edildiğinden, sarkaç salınımını aynı şekilde sürdürmektedir.

Bu animasyon ile ulaşılması hedeflenen kazanımlar şunlardır:

- Hareketli cisimlerin kinetik enerjiye sahip olduğunu fark eder.
- Cisimlerin konumları nedeniyle çekim potansiyel enerjisine sahip olduğunu belirtir.
- Çekim potansiyel enerjisinin cismin ağırlığına ve yüksekliğine bağlı olduğunu keşfeder.
- Potansiyel ve kinetik enerjinin birbirine dönüşebileceğini örneklerle açıklar.
- Enerji dönüşümlerinden hareketle, enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.

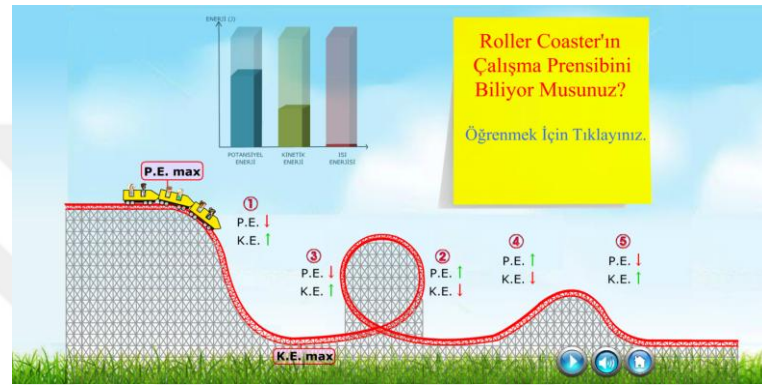


**Otuzbeşinci Animasyon: Sarkaç Salınımındaki Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri**



### 36. Animasyon: Roller Coaster'da (Hız Treninde) Enerji Dönüşümleri

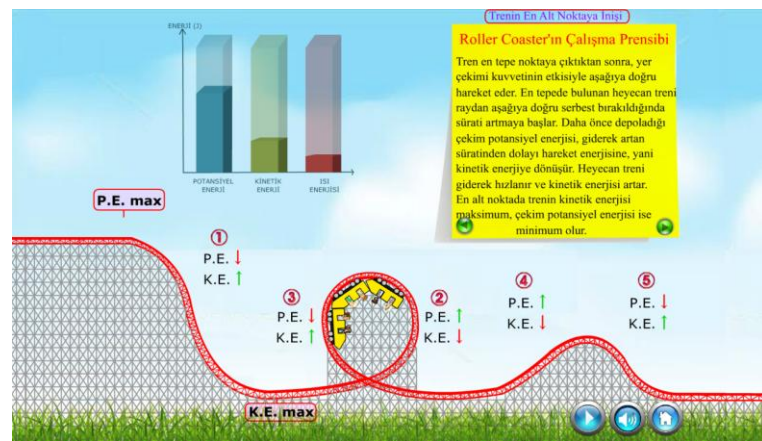
"Roller Coaster'da (hız treninde) enerji dönüşümleri" başlıklı 36 numaralı animasyonda enerji dönüşümleri konusuna dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu animasyonun izlenmesi ile Kuvvet ve Hareket Konusu Akademik Başarı Testi'nde yer alan 40 ve 42 numaralı sorulardaki başarıyı arttırmak amaçlanmıştır. Bu animasyonda, Roller Coaster adı verilen hız treninin çalışma prensibi ve hareketine sebep olan potansiyel, kinetik ve ısı enerjisi dönüşümleri üzerinde durulmaktadır.



#### Otuzaltıncı Animasyon: Roller Coaster'da (Hız Treninde) Enerji Dönüşümleri - Yokuş Aşağı İnerken Potansiyel Enerjinin Azalması ve Kinetik Enerjinin Artması

Roller Coaster'ın çalışma prensibi ile ilgili detaylı açıklamaya yukarıdaki görselde görülen 'Roller Coaster'ın çalışma prensibini biliyor musunuz?' yazan alana tıklayınca ulaşılabilmektedir. Roller Coaster'ın (heyecan treninin) çalışma prensibi enerji dönüşümüne dayanmaktadır. Heyecan treninde motor, gaz pedalı veya herhangi bir fren mekanizması bulunmamaktadır. Heyecan treni bir asansör yardımıyla yüksek bir tepeye çıkarılır. Daha sonra tepeden aşağıya bırakılır. Tren başlangıçta motorun uyguladığı  $F$  kuvveti ile  $x$  mesafesini alarak en tepe noktaya çıkarılır. Trene uygulanan  $F$  kuvveti tren üzerine iş yapar ve tren belli bir yüksekliğe çıkar.  $F$  kuvvetinin yaptığı iş  $W = F \cdot x$  bağıntısıyla bulunur. Hız treninin hareketinin başladığı ilk tepe her zaman en yüksek tepedir. Bu noktada tren yüksekliğinden dolayı çekim potansiyel enerjisine sahiptir ve burada potansiyel enerjisi en yüksek değerindedir. Çekim potansiyel enerjisi, trenin yüksekliğine, kütlesine ve yerçekimi ivmesine bağlı olup,  $E_p = m \cdot g \cdot h$  bağıntısıyla hesaplanır. En tepe noktaya çıktıktan sonra serbest bırakılan tren, yerçekimi kuvvetinin etkisiyle aşağıya doğru hareket eder ve sürati artar. Çekim potansiyel enerjisi, trenin giderek artan süratinden dolayı hareket enerjisine, yani kinetik enerjiye dönüşür.

Heyecan treni aşağıya indikçe giderek hızlanır ve kinetik enerjisi artar. En alt noktaya ulaştığında, trenin kinetik enerjisi en yüksek, çekim potansiyel enerjisi ise en düşük seviyededir. Kinetik enerji  $E_k = 1/2.m.V^2$  bağıntısıyla hesaplanmaktadır. Tren, sahip olduğu bu kinetik enerji ile diğer tepelere tırmanmaya başlar. Tepeleri tırmanırken sürati ve kinetik enerjisi azalır, çekim potansiyel enerjisi artar. Yani bu sefer kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşür. Fakat sürtünme nedeniyle tren hiçbir zaman başlangıçtaki tepenin yüksekliğine çıkamaz. Çünkü çekim potansiyel enerjisinin bir kısmı sürtünmeden dolayı, ısı ve ses gibi başka enerji çeşitlerine dönüşür. Heyecan treni normal fren sistemi olmayan bir trendir. Eğer bu trende normal frenleme sistemi bulunsaydı, trenin parçalanma ihtimali oluşabilirdi. Bu yüzden tasarımcılar, yüksek hızdaki bu treni dışarıdan durdurmaya karar vermişlerdir. Bunu yapmak için de dünyadaki en güçlü doğal mıknatıslar kullanılmaktadır. Trenlerin yanlarındaki bakır kanatlar mıknatısların arasından geçerken tren yavaşlar. Bu manyetik fren sayesinde tren saniyeler içerisinde durur. Heyecan treninde elektrik enerjisi çekim potansiyel enerjisine, çekim potansiyel enerjisi kinetik enerjiye, kinetik enerji tekrar çekim potansiyel enerjisine ve aynı zamanda da sürtünmeden dolayı ısı ve ses enerjisine dönüşmektedir. Yani heyecan treninin çalışma prensibi enerjinin bir başka enerji biçimine dönüşmesine dayanmaktadır. Toplam enerji miktarı değişmemekte, fakat farklı türlere dönüşmektedir. Özetle, enerji formları varken yok olmaz veya yoktan var edilemez. Fakat bir enerjiden diğerine dönüşebilir.



**Otuzaltıncı Animasyon: Roller Coaster'da (Hız Treninde) Enerji Dönüşümleri - Tırmanış Sırasında Potansiyel Enerjinin Artması ve Kinetik Enerjinin Azalması**



Bu animasyon ile ulaşılmaması hedeflenen kazanımlar şunlardır:

- Enerjiyi iş yapabilme yeteneği olarak tanımlar.
- Hareketli cisimlerin kinetik enerjiye sahip olduğunu fark eder.
- Cisimlerin konumları sebebiyle çekim potansiyel enerjisine sahip olduğunu belirtir.
- Potansiyel ve kinetik enerjilerin birbirine dönüşebileceğini örneklerle açıklar.
- Enerjinin bir türden diğerine dönüşebileceğini örneklerle açıklar.
- Sürtünmeden dolayı, enerjinin tamamının işe dönüşmeyeceğini örneklerle açıklar.
- Evrende toplam enerjinin daima sabit olduğunu ve dolayısıyla korunduğunu açıklar.

### 37. Animasyon: Farklı Kütlelerdeki Kayakçıların Durma Mesafeleri

‘Farklı kütlelerdeki kayakçıların durma mesafeleri’ başlıklı 37 numaralı animasyon, KHKKT’nde yer alan 24 numaralı soruda belirlenen kavram yanılgılarını gidermek için özel olarak hazırlanmıştır. Bu animasyonda, farklı kütlelerdeki kayakçılar aynı tepeden, belirlenen noktadan aşağıya doğru kaymaktadırlar. Animasyonun başlangıcında, hangi kayakçının hangi noktada duracağına dair öğrenci fikirleri sorulmaktadır. Öğrencilerin bu konu ile ilgili düşünceleri sağlandıktan sonra animasyon başlamaktadır ve sırayla önce kütlesi daha az olan kız ve erkek çocuklar, daha sonra da kütleleri çocukların iki katı olan yetişkinler belirlenen noktadan aşağıya doğru kaymaktadırlar. Kendini serbest bırakarak aşağıya inen dört kayakçının da aynı noktada durduğu animasyonda görülmektedir. Bu animasyon enerji ve iş dönüşümüyle ilgili kavramlara dikkat çekmek amacıyla hazırlanmıştır. Hareketin başlangıcında yükseklikten dolayı sahip olunan çekim potansiyel enerjisi, yokuştan aşağıya inerken zamanla kinetik enerjiye dönüşür ve kayakçı gittikçe hızlanır. Aşağıya indiğinde ise kinetik enerji kadar sürtünme kuvveti iş yapar ve kayakçının hızı azalarak bir süre daha hareket eder ve sonunda durur. Kütleleri farklı olan dört kayakçının da neden aynı mesafede durduğu ile ilgili detaylı açıklama, animasyonun ‘Açıklama’ bölümünde yer almaktadır. Bu bölümde, kayakçıların başlangıçta konumlarından dolayı sahip oldukları potansiyel enerjinin işe dönüşeceği, yani potansiyel enerji kadar sürtünme kuvvetinin iş yapacağı açıklanmaktadır. Kayakçının kütlesine  $m$ , bulunduğu yüksekliğe  $h$ , yerçekimi ivmesine  $g$ , yerin sürtünme

katsayısına  $k$  ve yatayda alacağı mesafeye de  $x$  denirse, potansiyel enerji ve iş birbirine eşit olacağından,  $E_p = W$ , yani  $mgh = F_s \cdot x$ , oradan da  $mgh = mgkx$  olur. Burada iki tarafta da  $mg$  olduğundan birbirini götürür ve  $h = kx$ , oradan da  $x = h/k$  bulunur. Buradan yatayda alınan mesafe olan  $x$  değerini sadece başlangıç yüksekliği olan  $h$  değeri ve sürtünme katsayısı olan  $k$  değerinin etkilediği ortaya çıkmaktadır. Yani kayakçının kütesinin alınan mesafede herhangi bir etkisi yoktur. Kayakçının kütlesi ister  $2m$  olsun, isterse de  $3m$  olsun eşitliğin iki tarafından da gene bu değer birbirini götüreceğinden, bulunan  $x$  eşitliğinde bir değişiklik olmayacaktır. Yani bu durum, kayakçının kütesinin, kayakçının yatayda aldığı yol üzerinde herhangi bir etkisi yoktur, kütlesi ne olursa olsun bütün kayakçılar eşit sürede eşit mesafe alarak durur şeklinde özetlenebilir. Animasyon ile ilgili görseller aşağıda görülmektedir.



**Otuzyedinci Animasyon: Farklı Kütlelerdeki Kayakçıların Durma Mesafeleri**



**Otuzyedinci Animasyon: Farklı Kütlelerdeki Kayakçıların Durma Mesafeleri - Aynı Sürede Aynı Noktada Durduklarının Gösterimi**

Bu animasyon ile ulaşılması hedeflenen kazanımlar aşağıda sıralanmaktadır:

- İş ve enerji kavramları arasındaki ilişkiyi açıklar.

- Enerjiyi iş yapabilme yeteneği olarak tanımlar.
- Cisimlerin konumları nedeniyle çekim potansiyel enerjisine sahip olduğunu belirtir.
- Hareketli cisimlerin kinetik enerjiye sahip olduğunu fark eder.
- Sürtünme kuvvetinin, kinetik enerjide bir azalmaya sebep olacağını fark eder.
- Kinetik enerjideki azalmayı enerji dönüşümleriyle açıklar.
- Potansiyel ve kinetik enerjilerin birbirine dönüşebileceğini örneklerle açıklar.

Bu animasyon ile giderilmesi hedeflenen kavram yanlışları ise şunlardır:

- Kütle arttıkça, enerji de artar ve daha fazla yol alır.
- Kütle arttıkça, hız artar ve daha fazla yol alır.
- Kütle ile alınan yol doğru orantılıdır.
- Kütle iki katına çıkarsa, potansiyel enerji de iki katına çıkacağından, alınan yol da iki katına çıkar.
- Kütle arttıkça, etkiyen sürtünme kuvveti de artar, alınan yol azalır.

### 38. Animasyon: Yere Doğru Fırlatılan Topun Ulaşacağı Yükseklik

'Yere doğru fırlatılan topun ulaşacağı yükseklik' başlıklı 38 numaralı animasyon KHKKT'nde yer alan 18 numaralı soruda belirlenen kavram yanlışlarını gidermek amacıyla hazırlanmıştır. Bu animasyonda bir top yere doğru ilk hızla fırlatılmakta ve topun zıplayacağı yükseklik hakkında öğrenci görüşleri sorulmaktadır.



Otuzsekizinci Animasyon: Yere Doğru Fırlatılan Topun Ulaşacağı Yükseklik

Animasyonda yere doğru ilk hızla fırlatılan topun, ilk yüksekliğinden daha yükseğe zıpladığı görülmektedir. Bu durum şu şekilde açıklanmaktadır: Yere doğru belli bir yükseklikten ve ilk hızla fırlatılan top, yüksekliğinden dolayı potansiyel enerjiye ve belli bir hızla fırlatıldığından dolayı da kinetik enerjiye sahiptir. Topun başlangıçta sahip olduğu toplam enerji, potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamına eşittir ( $E_{\text{Top}} = E_{\text{Pot}} + E_{\text{Kin}}$ ). Top yere yaklaşırken potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşür ve yere çarptığında sadece kinetik enerjisi vardır. Zıplayıp tekrar yukarı çıkarken ise bu sefer kinetik enerjisi potansiyel enerjiye dönüşür ve yüksekliği artar. Tepe noktasına ulaştığında ise hızı sıfır olacak ve başlangıçta sahip olduğu potansiyel ve kinetik enerjinin tamamı sadece potansiyel enerjiye dönüşecektir. Bu sebeple top ilk yüksekliğinden daha yükseğe zıplayacaktır.

## **Sürtünme Kuvveti İle İlgili Animasyonlar**

### **39. Animasyon: Sürtünme Kuvvetinin Hangi Yüzeylerde Büyük, Hangi Yüzeylerde Küçük Olduğunun Keşfi**

'Sürtünme kuvvetinin hangi yüzeylerde büyük, hangi yüzeylerde küçük olduğunun keşfi' başlıklı 39 numaralı animasyonda sürtünme kuvvetinin ne olduğu ve nelere bağlı olarak değiştiği konuları üzerinde durulmaktadır. Ekranda yer alan 'Bilgi' bölümüne tıklandığında sürtünme kuvveti ile ilgili açıklayıcı metne ulaşabilmektedir. Bu bölümde sürtünme kuvvetinin ne olduğu, nelere bağlı olarak değişebileceği, statik ve kinetik sürtünme kuvveti arasındaki farklar açıklanmaktadır. Ayrıca bu bölümde sürtünme katsayısı ile ilgili detaylı bilgiye de ulaşabilmekte ve farklı cisimlerin sürtünme katsayıları karşılaştırılabilmektedir. Bu bölümde değinilen diğer konular arasında, sürtünme kuvvetinin özellikleri, sürtünme kuvvetinin etkileri, faydaları ve zararları da yer almaktadır. Sürtünme kuvveti ile ilgili bilgi edinildikten sonra, istendiğinde tekrar sanal deneyin yapılacağı ekrana geri dönülebilmektedir.

Bu deneyin amacı, rampadan serbest bırakılan bir oyuncak arabanın farklı zeminlerdeki durma mesafesinin ölçülerek, farklı zeminlerde cisme etkileyen sürtünme kuvvetinin karşılaştırılmasıdır. Sürtünme kuvveti, temas halinde olan iki nesnenin arasında oluşan ve harekete karşı koyan kuvvettir. Sürtünme kuvvetini etkileyen iki etmen vardır. Birincisi, iki yüzey arasındaki etki-tepki kuvveti, yani yüzeyin cisme uyguladığı dik

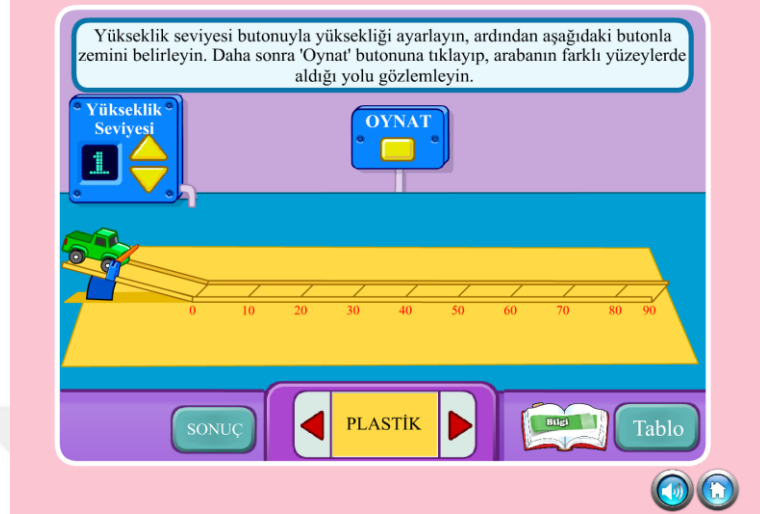
kuvvettir ve  $N$  ile gösterilmektedir. İkincisi ise sürtünen yüzeyin cinsine bağlı olarak değişen,  $k$  ile gösterilen sürtünme katsayısıdır.

Ekranın alt kısmında, oyuncak arabanın hareket edeceği zeminin seçilebileceği bir buton yer almaktadır. Bu butona tıklandığında plastik, tahta, halı, kum, buz, cam, mermer gibi maddeler arasında geçiş yapılabilen ve arabanın değişik zeminlerde ne kadar yol aldığı ölçülebilmektedir. Farklı maddelerde etkiyen sürtünme kuvvetinin karşılaştırılmasını amaçlayan bu deneyde, belli yükseklikteki eğimli yoldan bir oyuncak araba serbest bırakılmakta ve farklı materyaldeki zeminlerde yol alması sağlanmaktadır. Hareketin başladığı ilk anda, araba yüksekliğinden dolayı potansiyel enerjiye sahiptir. Bu enerji iş yapmakta kullanılacaktır. Potansiyel enerji kadar sürtünme kuvveti iş yapacağından, bu eşitlik kısaca  $E_p = F_s \cdot x$  şeklinde gösterilebilir. Bu eşitlikten, araba ile farklı materyaldeki zeminler arasında oluşacak sürtünme kuvveti ne kadar büyük olursa, cismin o kadar az yol alacağı anlaşılmaktadır. Sürtünme kuvveti ne kadar az olursa, cisim o kadar çok yol alacaktır, yani sürtünme kuvveti ile alınan yol ters orantılı olarak değişmektedir. Yapılacak deneyde kullanılan malzeme ne kadar pürüzlü ise, sürtünme kuvveti o denli büyük olacak, hareketi zorlaştıracak ve cisim kısa mesafede duracaktır. Buradan, farklı zeminlerde etkiyen sürtünme kuvvetleri karşılaştırılacaktır. Bu deneyde, başlangıçtaki potansiyel enerjisi miktarını değiştirmek için, arabanın bırakıldığı rampanın yüksekliği ayarlanabilmektedir. Daha yüksekten bırakıldığında potansiyel enerjisi arttığından, cismin durma mesafesi de artmaktadır. İstenilen yükseklik seçildikten sonra, deney farklı zeminlerde tekrarlanmakta, cismin farklı zeminlerde aldığı yol gözlenerek tabloya not edilmekte ve sonuç olarak sürtünme kuvvetinin en fazla ve en az olduğu maddeler belirlenmektedir. Buna göre sürtünme kuvvetinin en büyük olduğu maddenin kum zemin olduğu, sonra sırasıyla halı, tahta, plastik, mermer, cam ve buz zeminde de en küçük olduğu belirlenmektedir. Sürtünme kuvvetinin irdelendiği bu animasyonla KHKBT'nde yer alan 39 ve 41 numaralı sorulardaki başarıyı arttırmak hedeflenmiştir.

Bu animasyonla ulaşılmaya hedeflenen kazanımlar ise şunlardır:

- Sürtünme kuvvetinin bağlı olduğu etmenleri deneyerek keşfeder.
- Sürtünme kuvvetinin, kinetik enerjide bir azalmaya sebep olacağını farkeder.

- Pürüzlü yüzeylerde, pürüzsüz yüzeylere göre daha büyük sürtünme kuvveti oluşacağını gözlemleyerek keşfeder.



#### **Otuzdokuzuncu Animasyon: Sürtünme Kuvvetinin Hangi Yüzeylerde Büyük, Hangi Yüzeylerde Küçük Olduğunun Keşfi**

#### **40. Animasyon: Kaykaycıya Etkiyen Net Kuvvet ve Yaptığı Hareket Çeşidi**

'Kaykaycıya etkiyen net kuvvet ve yaptığı hareket çeşidi' başlıklı 40 numaralı animasyonda KHKKT'nin 4. sorusunda belirlenen kavram yanlışlarının giderilmesi amaçlanmıştır. Dinamiğin temel prensibine göre hareket doğrultusunda etkiyen kuvvetlerin bileşkesi sıfırdan farklıysa, cisim ivmeli hareket yapar. Net kuvvet cismin hareketi yönünde ise hızlanan hareket yapar. Net kuvvet cismin hareketi ile zıt yönde ise cisim yavaşlayarak hareket eder. Hareket halindeki cisme etkiyen net kuvvet sıfır ise cisim sabit hızla hareketini sürdürür. Bu animasyonda sürtünme kuvvetinin cismin hareketi üzerine etkisi iki senaryo üzerinden incelenmektedir. Birinci senaryoda kaykaycı, sürtünme kuvvetinin daha fazla olduğu toprak zeminde yokuş aşağı hareket etmektedir. Animasyonda, kaykaycının sürtünmenin fazla olduğu toprak zemin üzerinde, eğimli bir yolda hızı değişmeden, yani sabit hızla ilerlediği belirtilmektedir. Bu durumda kaykaycıya etkiyen net kuvvet hakkında ne söylenebileceği sorulmaktadır. Öğrencilerin verdikleri cevapların doğru veya yanlış olduğu ile ilgili ekranda geri bildirim görülmektedir. Bu sorunun doğru cevabı kaykaya etkiyen net kuvvetin sıfır olduğudur. 'Açıklama' butonuna tıkladığında bu konu ile ilgili daha detaylı açıklamaya ulaşılmaktadır. Açıklama bölümünde, hareket doğrultusunda cisme etkiyen kuvvetlerin, cismin ağırlığının yatay bileşeni ile sürtünme kuvveti olduğu ve bu iki kuvvetin

birbirine zıt yönlü oldukları belirtilmektedir. Hareketi sağlayan kuvvet olan ağırlığın yatay bileşeni, sürtünme kuvvetinden büyük olsaydı cisim hızlanan hareket yapacaktı. Sürtünme kuvveti daha büyük olsaydı da cisim yavaşlayan hareket yapacaktı. Halbu ki soruda, cismin hızının değişmediği özellikle belirtilmektedir. Bu durumda cisme etkiyen zıt yönlü kuvvetler olan ağırlığın yatay bileşeni ile sürtünme kuvvetinin birbirine eşit olduğu, yani net kuvvetin sıfır olduğu anlaşılmaktadır. Animasyonda kaykaycıya etkiyen net kuvvetler oklarla gösterilerek konunun daha iyi anlaşılmasına gayret edilmiştir.

İkinci senaryoda ise kaykaycı sürtünme kuvvetinin daha az olduğu taş zeminde yokuş aşağı ilerlemektedir. Bu bölümde yer alan soruda, kaykaycının sürtünme kuvvetinin daha az olduğu taş zemin üzerinde yokuş aşağı hızlanarak ilerlediği belirtilmekte ve kaykaycıya etkiyen net kuvvet hakkında ne söylenebileceği sorulmaktadır. Bu sorunun doğru cevabı kaykaya etkiyen sabit bir net kuvvet olduğudur. 'Açıklama' bölümüne tıkladığında ise, konuyu açıklayan metne ulaşılmaktadır. Bu metinde; kaykaycının eğimli yolda hızlanan hareket yaptığı belirtildiğine göre, harekete karşı koyan sürtünme kuvvetinin, hareketi sağlayan ağırlığın yatay bileşeninden küçük olduğu açıklanmaktadır. Bu durumda cisme etkiyen sabit bir net kuvvet vardır ve kaykaycı bu net kuvvetin etkisiyle düzgün hızlanan hareket yapmaktadır. Bu animasyon ile ilgili görsel aşağıda görülmektedir. Bu animasyonun izlenmesiyle birlikte giderilmesi amaçlanan kavram yanılgıları şunlardır:

- Net kuvvet sıfırsa hareket durur.
- Bir cismin sabit hızla gidebilmesi için sabit kuvvet gereklidir.
- Cisim aşağı inerken yerçekimi kuvveti artar.



**Kırkıncı Animasyon: Kaykaycıya Etkiyen Net Kuvvet ve Yaptığı Hareket Çeşidi**

## **Yaylar İle İlgili Animasyonlar**

Yayların özelliklerinin konu edildiği 41 numaralı animasyon, yayların esneklik potansiyel enerjisinin işe dönüşümünün açıklandığı 42 numaralı animasyon ile yayların uzama miktarını etkileyen etmenlerin irdelendiği 43 numaralı animasyonlar yayalarla ilgili olarak hazırlanan animasyonlardır. Bu animasyonlar ile özellikle KHKKT'nde yer alan 13, 15 ve 16 numaralı sorularda belirlenen kavram yanılgılarının giderilmesi ve KHKBT'nde yer alan 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 numaralı sorulardaki öğrenci başarısının artırılması hedeflenmektedir.

### **41. Animasyon: Sarmal Yayların Özelliklerini Keşfedelim**

Yayların özelliklerinin irdelendiği 'Sarmal yayların özelliklerini keşfedelim' başlıklı 41 numaralı animasyon toplam 6 etkinlikten oluşmaktadır ve her bir etkinlikte yayın farklı bir özelliğinin kavranmasına çalışılmıştır. Yayların özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Yaylar esnektir.
- Yayların esnekliğinin bir sınırı vardır.
- Yayda etki kuvvetine eşit büyüklükte ve zıt yönde bir tepki kuvveti uygulanır.
- Yayın yapıldığı maddenin cinsi, inceliği, kalınlığı uzama miktarını etkiler.
- Yayları eşit miktarda esnetmek veya sıkıştırmak için ince yaya daha az kuvvet, kalın yaya ise daha fazla kuvvet uygulamak gerekir.
- Yayın sıkışma/gerilme miktarı yayın türüne ve kuvvetin büyüklüğüne bağlıdır. Aynı kuvvet etkisinde ince yay, kalın yaya göre daha fazla sıkışır/gerilir.

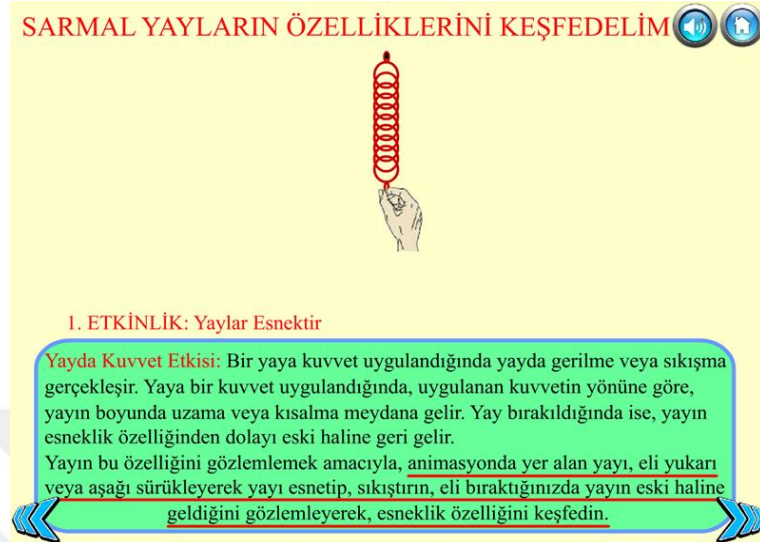
#### **1. Etkinlik: Yaylar Esnektir**

Bu animasyonun ilk etkinliğinde yayların esneklik özelliği üzerinde durulmuştur. Bu etkinlik ile ilgili görsel aşağıda görülmektedir.

Yaya kuvvet uygulandığında, yayda gerilme veya sıkışma gerçekleşir. Yaya bir kuvvet uygulandığında, uygulanan kuvvetin yönüne göre, yayın boyunda uzama veya kısalma meydana gelir. Yay bırakıldığında ise, yayın esneklik özelliğinden dolayı, eski haline geri gelir. Animasyonda yayın esneklik özelliği gözlemlenebilmektedir. Ekranda görülen el yukarı veya aşağı sürüklenerek hareket ettirilebilmekte ve yayın sıkışma ve



gerilme durumu görülebilmektedir. El bırakıldığında da yay yine eski haline dönmektedir. Böylece yayın esneklik özelliği denenerek keşfedilir.



### Kırkbirinci Animasyon: Sarmal Yayların Özelliklerini Keşfedelim - Yaylar Esnektir

#### 2. Etkinlik: Yayların Esneklik Sınırı Vardır

Yaylar esnektir fakat esnekliğinin bir sınır vardır. Bu etkinlikte bu konu üzerinde durulmaktadır. Esneklik sınırını aşmayacak kadar kuvvet uygulandığında yay eski haline gelir fakat esneklik sınırını aşacak kadar kuvvet uygulanırsa, yay esneklik özelliğini kaybeder ve artık eski haline geri gelmez. Yayın bu özelliği animasyonda denenerek keşfedilebilmektedir. Ekranda görülen el hareket ettirilerek yaya kuvvet uygulanmaktadır. Yaya esneklik sınırını aşmayacak kadar kuvvet uygulandığında yayın eski haline geldiği, esneklik sınırını aşacak kadar kuvvet uygulandığında ise artık eski haline dönmediği gözlemlenebilmektedir.

#### 3. Etkinlik: Yayda Etki-Tepki Prensibi

Yaya, geren veya sıkıştıran bir kuvvet uygulandığında, yay da bu kuvvete eşit büyüklükte ve zıt yönde bir kuvvet uygular. Animasyonda görülen el yukarı veya aşağı sürüklenerek, yaya farklı büyüklüklerde germe veya sıkıştırma kuvvetleri uygulanabilmekte, yayın da buna karşılık uyguladığı eşit büyüklükte ve zıt yöndeki tepki kuvvetleri gözlemlenebilmektedir.

#### 4. Etkinlik: Yayın Yapıldığı Maddenin Cinsine, İnceliğine, Kalınlığına Göre Esneklik Sınırı Değişir

Yayın yapıldığı maddenin cinsi, kalınlığı, inceliği ve esneklik sınırı, yayın uzama miktarını etkiler. Animasyonda, aynı maddeden yapılmış, farklı kalınlıklarda (ince, orta, kalın) üç adet yay görülmektedir. Öğrencilerden, yayların her birini esneklik sınırını aşmadan esneyebilecekleri son kademeye kadar esnetmeleri veya sıkıştırmaları ve farklı kalınlıktaki yayların kaçar Newton'luk kuvvete kadar esneklik özelliklerini koruduklarını belirlemeleri istenmiştir. Bu sayede yayların esneklik sınırlarının belirlenebilmesi amaçlanmaktadır. Bu etkinlikte ince yayın 30 N, orta kalınlıktaki yayın 60 N ve kalın yayın da 120 N'a kadar kuvvet uygulandığında eski hallerine geri dönebildikleri görülmüştür. Buradan da, kullanım amacına göre farklı kalınlıklardaki yayların kullanıldığına dikkat çekilmiştir. Örneğin hassas ölçüm gerektiren durumlarda ince yayların, daha büyük kuvvetlerin uygulanacağı durumlarda da kalın yayların kullanıldığı açıklanmıştır.

#### 5. Etkinlik: Yayları Eşit Miktarda Esnetmek veya Sıkıştırmak İçin İnce Yaya Daha Az Kuvvet, Kalın Yaya ise Daha Fazla Kuvvet Uygulamak Gerekir

**SARMAL YAYLARIN ÖZELLİKLERİNİ KEŞFEDELİM**

5. ETKİNLİK: Farklı Kalınlıktaki Yayları Eşit Miktarda Esnetmek veya Sıkıştırmak için İnce Yaya Daha Az Kuvvet, Kalın Yaya ise Daha Büyük Kuvvet Uygulamak Gerekir

Animasyondaki mavi kesikli çizgi hareket edebilmektedir. O çizgiyi aşağı veya yukarı sürükleyerek istediğiniz bir konuma getiriniz. Daha sonra, getirdiğiniz bu konuma kadar yayları esnetin veya sıkıştırın. Yani yayların eşit miktarda gerilmesini veya sıkışmasını sağlayın. Bu animasyonda, farklı kalınlıktaki yayları eşit miktarda uzatmak veya sıkıştırmak için gerekli olan kuvvet miktarının yay kalınlığına göre nasıl değiştiğini gözlemleyeceksiniz. Yayları eşit miktarda uzatmak için ince yaya daha az kuvvet uygulamak gerekirken, kalın yaya daha büyük kuvvet uygulamak gerektiğini gözlemlediniz mi? İnce yayı eşit miktarda germek veya sıkıştırmak için daha az kuvvet, kalın yayı germek veya sıkıştırmak için ise daha büyük kuvvet uygulamak gerekir. Buradan, ince yayı germek/sıkıştırmak daha kolay, kalın yayı germek/sıkıştırmak daha zordur sonucuna ulaşabilir miyiz?

#### Kırkbirinci Animasyon: Sarmal Yayların Özelliklerini Keşfedelim - Yayları Eşit Miktarda Esnetmek veya Sıkıştırmak İçin İnce Yaya Daha Az Kuvvet, Kalın Yaya ise Daha Fazla Kuvvet Uygulamak Gerekir

Bu animasyonda görülen üç farklı kalınlıktaki yayın belirli bir noktaya kadar gerilebilmesi için gerekli kuvvet miktarı ölçülmektedir. Bunun için önce bir konum belirlenmektedir. Daha sonra da, belirlenen bu konuma kadar yaylar esnetilmekte veya

sıkıştırılmaktadır ve bunun için uygulanan kuvvet ölçülmektedir. Bu sayede bütün yayları eşit miktarda germek veya sıkıştırmak için gerekli olan kuvvetin yayın kalınlığına göre nasıl değiştiği saptanmaya çalışılmaktadır. Bu etkinlikten, yayları eşit miktarda uzatmak için, ince yaya daha az kuvvet, kalın yay ise daha büyük kuvvet uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

**6. Etkinlik: Yayın Sıkışma/Gerilme Miktarı Yayın Türüne ve Kuvvetin Büyüklüğüne Bağlıdır. Aynı Kuvvet Etkisinde İnce Yay, Kalın Yaya Göre Daha Fazla Sıkışır/Gerilir.**

Bu animasyonda yer alan 6. etkinlikte, aynı maddeden yapılmış, farklı kalınlıklardaki üç yaya eşit büyüklükte kuvvet uygulanarak, yayların gerilme/sıkışma miktarları ölçülmektedir. Yaya uygulanan kuvvet (F), yay sabiti (k) ve yayın sıkışma/gerilme miktarı (x) arasındaki ilişki bu etkinlikte deneyerek keşfedilebilmektedir. Bu etkinlikte yay sabitleri farklı olan yaylara eşit büyüklükte kuvvet uygulanmakta ve bunun sonucunda da, yay sabiti küçük olan ince yayın daha fazla gerildiği veya sıkıştığı, yay sabiti büyük olan kalın yayın ise daha az gerildiği veya sıkıştığı gözlemlenmektedir. Buradan  $F=k.x$  bağıntısına ulaşılmaktadır. Yani yay sabiti olan k değeri ile gerilme/sıkışma miktarını ifade eden x değeri ters orantılı olarak değişmektedir.

Sarmal yayların özelliklerinin irdelendiği bu animasyonla hedeflenen kazanımlar şunlardır:

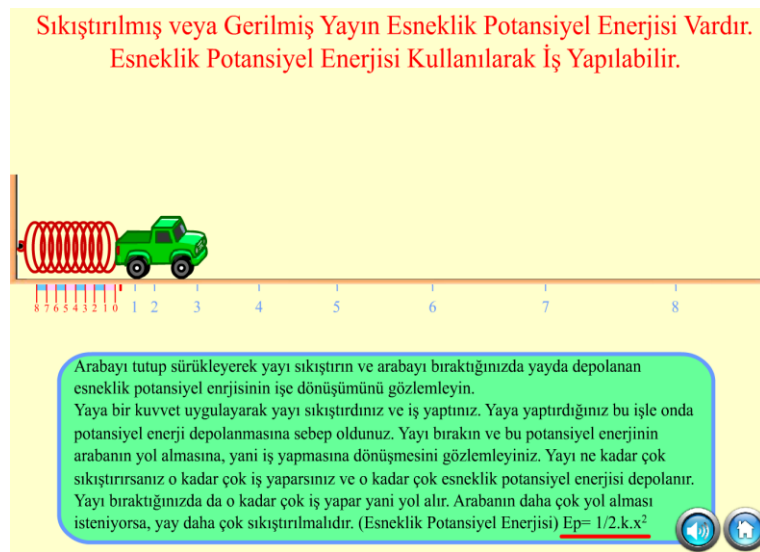
- Yayların esneklik özelliğine sahip olduğunu gözlemler.
- Bir yayı sıkıştıran veya geren cisme, yayın eşit büyüklükte ve zıt yönde bir kuvvet uyguladığını belirtir.
- Bir yayın esneklik özelliğini kaybedebileceğini keşfeder.
- Bir yayı geren veya sıkıştıran kuvvetin artması durumunda yayın uyguladığı kuvvetin de arttığını fark eder.

**42. Animasyon: Yayın Esneklik Potansiyel Enerjisinden Faydalanılarak İş Yapılması**

'Yayın esneklik potansiyel enerjisinden faydalanılarak iş yapılması' başlıklı 42 numaralı animasyonun amacı, sıkıştırılmış veya gerilmiş yayın esneklik potansiyel enerjisine sahip olduğunu ve bu esneklik potansiyel enerjisinin işe dönüşebileceğinin

kavranmasıdır. Bu animasyonda duvara montelenmiş bir yay ve yayın yanına yerleştirilmiş oyuncak bir araba görülmektedir. Etkileşimli olan bu animasyonda, araba tutulup sürüklenerek, yay sekiz birime kadar sıkıştırılabilmekte ve bırakıldığında da arabanın alacağı yol gözlenebilmektedir. Bu sayede yayın sıkışma miktarı ile arabanın aldığı yol arasındaki ilişki deneyerek keşfedilebilmektedir. Bu etkinliğin yapılması ile öğrencilerin, sıkıştırılan veya gerilen yayın esneklik potansiyel enerjisine sahip olduğunu, yay serbest bırakıldığında ise bu esneklik potansiyel enerjisinin işe dönüşebileceğini kavramaları beklenmektedir. Ayrıca öğrencilerin, yayın daha çok sıkıştırılmasıyla beraber, yayın sahip olacağı esneklik potansiyel enerjisinin de artacağı ve bunun sonucunda arabanın yapacağı işin de artacağı bulgusuna deneyerek ulaşmaları hedeflenmektedir. Bu uygulama ile ulaşılması hedeflenen kazanımlar şunlardır:

- Enerjiyi iş yapabilme yeteneği olarak tanımlar.
- Kuvvet, iş ve enerji arasındaki ilişkiyi araştırır.
- Bazı cisimlerin esneklik özelliği nedeni ile esneklik potansiyel enerjisine sahip olabileceğini belirtir.
- Sıkıştırılmış veya gerilmiş bir yayın esneklik potansiyel enerjisine sahip olduğunu fark eder.
- Yayın esneklik potansiyel enerjisinin yayın sıkışma (veya gerilme) miktarı ve yayın esneklik özelliğine bağlı olduğunu keşfeder.



#### **Kırkikinci Animasyon: Yayın Esneklik Potansiyel Enerjisinden Faydalanılarak İş Yapılması**

### 43. Animasyon: Yayların Uzama Miktarını Etkileyen Faktörler Nelerdir?

'Yayların uzama miktarını etkileyen faktörler nelerdir?' başlıklı 43. animasyonda öğrencilerin, kuvvet, yay sabiti ve yayın uzama miktarı arasındaki ilişkiyi keşfetmeleri amaçlanmaktadır. Sanal deney tarzında hazırlanmış olan bu etkinlik, PhET (2014) simülasyonlarından esinlenilerek oluşturulmuştur. Etkinlikte, farklı kütlelerdeki cisimler farklı kalınlıklardaki yaylara asılarak, yayın salınımı izlenebilmekte ve yayın uzama miktarı ölçülebilmektedir. Bu sayede öğrenciler yayın uzama miktarı, kuvvet ve yay sabiti arasındaki ilişkiyi deneyerek ortaya çıkarabilmektedirler. Bu animasyon, öğrencilerin ön bilgilerini ölçmek amacıyla, yayın uzama miktarını etkileyen etmenlerin neler olduğu sorusuyla başlamaktadır. Öğrenciler, yay sabiti, yayın uzunluğu, yayın sarım sayısı, yerçekimi ivmesi ve cismin kütlesi gibi etmenlerden hangilerinin yayın uzama miktarında etkili olabileceği hakkındaki görüşünü, yanlarındaki kutucuğu işaretleyerek belirtmektedirler. Böylelikle öğrencilerin konu üzerinde düşünmesi ve ön bilgilerinin gözden geçirmeleri hedeflenmektedir. Daha sonra deneyin yapılacağı ekran belirlemekte ve deneyin kaç adet yay kullanılarak yapılacağı sorulmaktadır. Farklı kütlelerin veya farklı yayların etkisini karşılaştırabilmek amacıyla bir, iki veya üç adet yay seçilerek deney başlatılmaktadır. Seçimi gerçekleştirdikten sonra, örneğin üç adet yay seçildiyse, kullanılacak her bir yayın kalınlığının belirlenmesi istenmektedir. Tercihen bütün yaylar aynı kalınlıkta seçilip, daha sonra farklı kütleler kullanılarak, kütlelerin etkisi veya farklı yaylar ve eşit kütleler kullanılarak yay sabitinin uzama miktarı üzerindeki etkisi belirlenebilir. Yani yay sabiti veya kütle değerlerinin biri sabit tutulup diğeri değiştirilerek kontrollü deneyler gerçekleştirilebilmektedir. Yay kalınlıkları belirlendikten sonra, diğer aşama deneyde kullanılacak kütlelerin belirlenmesidir. 1 kg, 2 kg veya 3 kg'lık kütlelerden hangileri tercih ediliyorsa istenilen yaya asılabilmektedir. Deneyde kullanılacak malzemeler seçildikten sonra 'Oynat' butonuna tıkladığında yayların salınımı gözlenebilmektedir. Yaylarda gerçekleşen uzama miktarları, ekranda görülen cetvel yardımıyla ölçülebilmekte ve bulunan değerler altta yer alan kutucukların içine yazılarak not alınabilmektedir. Ayrıca deneyde yapılan ölçümlerin not alınabileceği 'Lab Raporu' bölümü yer almaktadır. Bu bölüme tıkladığında çıkan tabloda, deneyde kullanılan yayların kalınlığı, yaya asılan cisimlerin kütlesi işaretlenebilmekte ve yapılan ölçüm sonucunda belirlenen, yay uzama miktarı yazılabilmektedir. Böylelikle birkaç denemede yapılan bütün ölçümler tek bir tablo

üzerinde görülebilmekte ve kullanıcıya yay sabitinin yay uzama miktarı üzerindeki etkisini veya kütlelerin yay uzama miktarı üzerindeki etkisinin saptamasına yardımcı olmaktadır. Bu deneyde istenilen sonuca ulaşabilmek için en az iki kere tekrarlanması önerilmektedir. İlk denemede yay kalınlığı sabit tutulur, yani örneğin üç yay da orta kalınlıkta seçilir ve böylece üç yayın da yay sabiti eşit tutulmuş olur. Orta kalınlıktaki üç yaya üç farklı kütle yerleştirilir ve böylece yayın uzama miktarındaki kütlelerin etkisi belirlenir. Böylelikle öğrenciler daha ağır cismin yayın daha fazla uzamasına sebep olduğunu gözlemlerler. Uzama miktarlarını cetvelle ölçüp, ilgili tabloyu doldururlar. Yaya asılan kütle arttıkça, yani uygulanan kuvvet arttıkça yayın uzama miktarının da arttığını görürler. Buradan da kuvvet ile yayın uzama miktarı arasında doğru orantı olduğu sonucuna varırlar. İkinci denemede ise yaylar farklı seçilir, yani ince, orta kalınlıkta ve kalın yaylar kullanılır ve bunlara aynı kütleli cisimler yerleştirilir. Örneğin her birine 1 kg'lık kütleler yerleştirilir ve yayların salınımı izlenir daha sonra yayların uzama miktarları ölçülür ve not alınır. Buradan da öğrenciler, aynı kuvvetin etkisinde kalın yayın daha az, ince yayın ise daha fazla uzadığını gözlemlerler. Böylelikle kontrollü deneyler gerçekleştirilmiş olunur. Öğrenciler yay sabiti arttıkça uzama miktarının azaldığı yani aralarında ters orantı olduğu sonucuna varırlar. Yapılan deney sonrasında, kuvvet, yay sabiti ve yayın uzama miktarı arasındaki ilişkiyi öğrencilerin kendilerinin bulmasına yardımcı olmak amacıyla 'Denklem' bölümü hazırlanmıştır. Bu butona tıkladığında, kuvvet (F) ile yayın uzama miktarı (x) arasındaki ilişki ve yay sabiti (k) ile yayın uzama miktarı (x) arasındaki ilişki sorulmaktadır. Öğrenciler F ile x arasında doğru orantı, k ile x arasında ise ters orantı olduğunu fark ettikten sonra, öğrencilerden bunlar arasındaki bağlantıyı denklemlerle ifade etmeleri istenmektedir. Öğrenciler 'Kuvvet = Yay sabiti x Yayın uzama miktarı' yani kısaca 'F = k.x' formülünü oluşturduklarında etkinlik tamamlanmış olmaktadır. Bu bağlantı kurulduktan sonra, F değeri büyütülüp küçültülebilmekte ve bu durumdan x değerinin nasıl etkilendiği gözlenebilmektedir. Bu sayede F ile x değerlerinin doğru orantılı olarak değiştiği daha net bir şekilde görülebilmektedir. Benzer şekilde k değeri büyütülüp küçültüldüğünde x değerinin nasıl değiştiği gözlenebilmekte ve aralarında ters orantı olduğu daha iyi algılanabilmektedir. Bu animasyon KHKBT'nde yer alan 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11 ve 12 numaralı sorulardaki başarıyı arttırmak ve KHKKT'nde yer alan 13,15 ve 16 numaralı sorularda belirlenmiş olan kavram yanılgılarını gidermek amacıyla

hazırlanmıştır. Bu etkinlikle beraber ulaşılmaları amaçlanan kazanımlar şu şekilde özetlenebilir:

- Yayların uzama miktarını etkileyen faktörleri keşfeder.
- Kuvvetin ve yay sabitinin, yayların uzama miktarındaki etkisini deneyerek keşfeder.

İnce Yay  $k = 1$  Orta Yay  $k = 2$  Kalın Yay  $k = 3$

1 kg 1 kg 1 kg

1. Yayın Uzama Miktarı:  cm  cm  cm

**Yay Kalınlığı:**  
 $k = 1$   $k = 2$   $k = 3$   
 1. İNCE ORTA KALIN  
 $k = 1$   $k = 2$   $k = 3$   
 2. İNCE ORTA KALIN  
 $k = 1$   $k = 2$   $k = 3$   
 3. İNCE ORTA KALIN

**Kütle:**  
 1 kg 2 kg 3 kg  
 1 kg 2 kg 3 kg  
 1 kg 2 kg 3 kg

Yayın uzama miktarını, tutup sürüklenebilen cetvel yardımıyla ölçünüz. Bulduğunuz değeri,  kutusunun içine, tıklayınca gözükken klavyeyi kullanarak yazınız ve ardından  butonuna tıklayınız.

Yaptığınız ölçümleri, aşağıdaki ikona tıkladığımızda gözükecek olan 'Lab Raporu'na not alın. Yönergeleri takip edin ve yayın uzama miktarını etkileyen faktörleri keşfedin. Lab Raporunu bitirip, küçültülebilir ve sürükleyerek yerini değiştirebilirsiniz.

Oynat

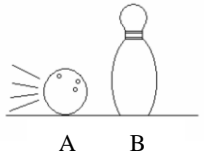
**Kırküçüncü Animasyon: Yayların Uzama Miktarını Etkileyen Faktörler Nelerdir? - Yay Kalınlığının Yayın Uzama Miktarı Üzerine Etkisinin İncelenmesi**

## EK 9: KUVVET VE HAREKET KONUSU KAVRAM TESTİ

1. 1. Aynı büyüklükte, birinin kütlesi diğerinin iki katı olan iki metal top, bir evin çatı katından aynı anda ve aynı yükseklikten bırakılıyor. Topların yere düşme süresi için ne söylenebilir?
- A. Ağır top, hafif topun yarı süresinde yere ulaşır.  
 B. Hafif top, ağır topun yarı süresinde yere ulaşır.  
 C. Yaklaşık aynı zamanda yere ulaşırlar.  
 D. Ağır top, hafif topun kesin yarı süresinde değil ama daha önce yere ulaşır.  
 E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

1. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Cisimlerin yere düşüş süresi kütlelerinden bağımsızdır, yere düşüş süreleri kütleyle değişmez.  
 B. Daha ağır cisimler daha çabuk düşer.  
 C. Daha hafif cisimler daha çabuk düşer.  
 D. Yere düşüş süresinin kütlelerine bağlı olarak nasıl değişeceği hakkında kesin bir bilgi verilemez.  
 E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



2. 1.

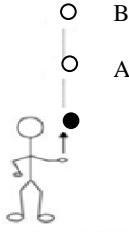
Sürtünmesiz bir zeminde şekildeki gibi bir top lobuta çarpmaktadır. Çarpışma anında A'nın B'ye, B'nin A'ya uyguladığı kuvvet arasındaki ilişkiyi aşağıdakilerden hangisi doğru olarak belirtmektedir?

- A. A daha büyük bir kuvvet uygular.  
 B. B daha büyük bir kuvvet uygular.  
 C. Yalnızca A bir kuvvet uygular.  
 D. A ve B birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

2. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Topun kütlesi daha fazla olduğu için, top lobuta daha büyük kuvvet uygular.  
 B. Lobutun büyüklüğü toptan fazla olduğu için, lobut topa daha büyük kuvvet uygular.  
 C. Çarpışmalarda her zaman cisimler birbirlerine eşit kuvvet uygularlar.  
 D. Sadece topun bir hızı olduğu için sadece top bir kuvvet uygular.  
 E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....





3. 1.

Bir çocuk, çelik bir topu dikey olarak yukarıya doğru fırlatıyor. Hava direncini ihmal edersek topun yükselişi ve düşüşü süresince cisme etkiyen kuvvet(ler) neler(dir)?

Top Yukarı Çıkarken Etki Eden Kuvvetler ve Yönü	Top Aşağı Düşerken Etki Eden Kuvvetler ve Yönü
A. Yukarıya doğru sürekli <u>azalan</u> bir fırlatma kuvveti	Aşağı doğru sürekli <u>artan</u> yerçekimi kuvveti
B. Yukarıya doğru sürekli <u>azalan</u> bir fırlatma kuvveti ve aşağı doğru <u>sabit</u> yerçekimi kuvveti	Aşağı doğru <u>sabit</u> yerçekimi kuvveti
C. Aşağı doğru <u>sabit</u> yer çekimi kuvveti	Aşağı doğru <u>sabit</u> yer çekimi kuvveti
D. Herhangi bir kuvvet yoktur.	Herhangi bir kuvvet yoktur.
E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....	..... .....

3. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- Çocuk topu yukarı doğru atarken topa bir kuvvet uygular. Bu kuvvet, top yukarı çıkarken, yerçekiminden dolayı azalır ve bir süre sonra biter. Aşağı inerken de top üzerinde, aşağıya doğru ve artan bir yerçekimi kuvveti vardır.
- Yukarı doğru atılan bir cisme, sadece yerçekimi kuvveti aşağıya doğru etki eder ve etki ettiği cisim için her zaman sabittir.
- Çocuk topu yukarı doğru atarken topa bir kuvvet uygular. Bu kuvvet, top yukarı çıkarken, yerçekiminden dolayı azalır ve bir süre sonra biter. Aşağı inerken de top üzerinde, aşağıya doğru ve sabit bir yerçekimi kuvveti vardır.
- Cisme dokunulmadığı için etkiyen kuvvet de yoktur.
- Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

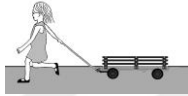


4. 1. Bir çocuk yokuştan aşağıya kaykayıyla inmektedir. Çocuğun **hızı değişmediğine** göre, kaykaya etkiyen **net kuvvet** ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi söylenebilir?

- A. Kaykaya etkiyen net kuvvet sıfırdır.
- B. Kaykaya etkiyen sabit bir net kuvvet vardır.
- C. Kaykaya etkiyen artan bir net kuvvet vardır.
- D. Kaykaya etkiyen azalan bir net kuvvet vardır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

4. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Hareket ettiğine göre kaykaya etkiyen net bir kuvvet olmalıdır.
- B. Kaykayın hızı sabit olduğuna göre, kaykaya etkiyen net kuvvet de sabittir.
- C. Çocuğun hızı sabit olduğuna göre, kaykaya etkiyen net kuvvet sıfırdır.
- D. Kaykaya etkiyen net kuvvet sürtünme kuvvetinden büyük olduğu için çocuk kayabilmektedir.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



5. 1. Bir kız sabit hızda koşarak ve sabit kuvvet uygulayarak düz bir zemin üzerinde şekildeki vagonu çekmektedir. Vagon, kızın koşuşundan daha hızlı gidebilir mi?

- A. Evet, ama sadece kız daha yavaş koşmaya başlarsa.
- B. Evet, ama sadece kız daha kuvvetli çekmeye başlarsa.
- C. Evet, ama sadece kızın uyguladığı çekme kuvveti, vagona uygulanan sürtünme kuvvetinden daha büyükse.
- D. Hayır, çünkü kız sabit kuvvetle çektiği için vagon da sabit hızla hareket eder.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

5. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Hızlanan hareket, artan kuvvet gerektirir.
- B. Kız daha yavaş koştuğunda ancak cisim ondan hızlı gidebilir.
- C. Uygulanan sabit kuvvet sabit hız oluşturur. Sabit kuvvetin etkisinde, cisim sabit hızla hareket eder.
- D. Uygulanan kuvvet, sürtünme kuvvetinden büyükse, cisim net kuvvetin yönünde hızlanarak hareket eder.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

6. 1. Bir işçi, büyük bir kutu üzerine sabit yatay bir kuvvet uygulamakta ve kutu yatay bir zemin üzerinde sabit bir  $V_0$  hızıyla hareket etmektedir. İşçi kutuya kuvvet uygulamayı aniden durdurursa, bu kutunun hareketi için ne söylenebilir?

- A. Sabit bir hızla hareket etmeye devam edecektir.
- B. Hemen yavaşlamaya başlayıp bir süre sonra duracaktır.
- C. Belli bir süre sabit hızla hareket etmeye devam edip sonra yavaşlayarak duracaktır.
- D. Hemen duracaktır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

6. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Bir cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetler kaldırılırsa, cisim hareketsiz kalır.
- B. Bir cismin hareket etmesine neden olan kuvvet bir kez uygulandığında, cisim durduruluncaya kadar hareket eder.
- C. Bir cisme hareket doğrultusunda sadece sürtünme kuvveti etki ediyorsa cisim yavaşlayarak duracaktır.
- D. Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



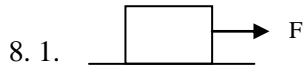
7. 1.

Yukarıdaki kayanın hareket etmemesinin sebebi nedir?

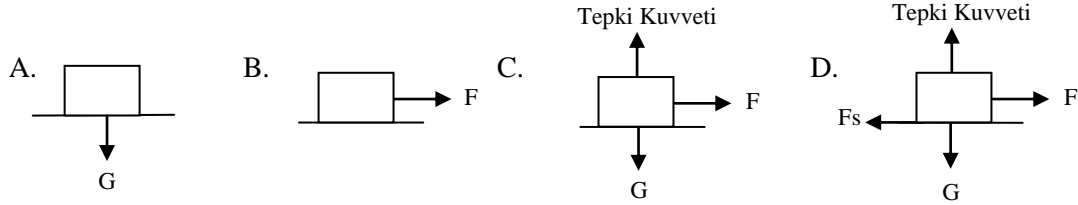
- A. Kayanın içinde hareket edemeyecek kadar çok kuvvet vardır.
- B. Kayayı çeken veya iten herhangi bir kuvvet yoktur.
- C. Yerçekimi kayayı aşağı doğru çeker.
- D. Yer, yerçekiminin kayaya uyguladığı aynı kuvvetle onu yukarı iter.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

7. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Hareket eden veya duran ağır nesnelere içsel bir kuvvete sahiptirler.
- B. Net kuvvet sıfır olduğundan cisim hareket etmez.
- C. Eğer bir cisim duruyorsa, bu cisim üzerine hiçbir kuvvet etki etmez.
- D. Cisme etki eden yerçekimi kuvveti onun hareket etmesini engeller.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

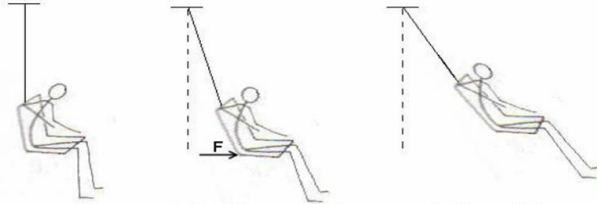


Yatay bir yüzeyde F kuvveti etki etmesine rağmen hareketsiz kalan cisme etki eden kuvvetler aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?



8. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Cisim hareket etmediğine göre, ona yatayda etkiyen bir kuvvet yoktur, sadece düşey doğrultuda yerçekimi kuvveti vardır.
- B. Sadece canlılar kuvvet uygulayabildiğinden; kutu, masa gibi cisimler kuvvet uygulamazlar. Dolayısıyla cisme etkiyen kuvvet, sadece uygulanan F kuvvetidir.
- C. Aşağıya doğru etki eden yerçekimi kuvvetine karşılık, cismin temas ettiği yüzeyde yerçekimi kuvvetine ters yönde tepki kuvveti oluşur. Bunlarla beraber uygulanan F kuvveti cisme etki eder. Cisim hareket etmediğinden sürtünme kuvveti de oluşmaz.
- D. Aşağıya doğru etki eden yerçekimi kuvveti, cismin temas ettiği yüzeyde yerçekimi kuvvetine ters yönde oluşan tepki kuvveti, uygulanan F kuvveti ve uygulanan kuvvete zıt yönde oluşan sürtünme kuvveti etki eder.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

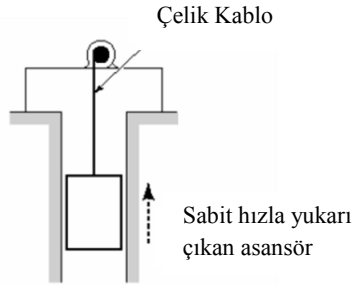


9.1. Bir salıncağa periyodik olarak kuvvet uygulanmaktadır. Salıncağın yapacağı hareket hakkında ne söylenebilir?

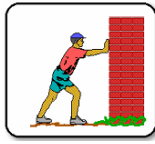
- A. Salıncak gittikçe yükselir.
- B. Salıncak her seferinde aynı yüksekliğe çıkar.
- C. Salıncak her seferinde daha az yükselir.
- D. Salıncağın çıkacağı yükseklik bilinemez.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

9.2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Salıncağa uygulanan kuvvetle iş yapılır. Salıncağın hızı ve kinetik enerjisi artar. Artan kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşür ve salıncak gittikçe yükselir.
- B. Salıncağa aynı kuvvet uygulandığından aynı yüksekliğe çıkar.
- C. Havanın sürtünmesinden dolayı salıncak yavaşlar ve her seferinde daha az yükselir.
- D. Salıncağın ne kadar yükseleceği hakkında bir yorum yapılamaz.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



- 10.1. Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi bir asansör, çelik halatlarla sabit bir hızda yukarıya doğru çekiliyor. Tüm sürtünme etkileri önemsizdir. Bu durumda asansöre etkiyen kuvvetler için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?
- Halat tarafından yukarıya doğru etkiyen kuvvet, aşağıya doğru olan yer çekimi kuvvetinden daha büyüktür.
  - Halat tarafından yukarıya doğru etkiyen kuvvet, aşağıya doğru etkiyen yer çekimi kuvvetine eşittir.
  - Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru olan yer çekimi kuvvetinden daha küçüktür.
  - Halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru etkiyen yer çekimi kuvvetiyle, aşağı doğru olan hava basınç kuvvetinin toplamından daha büyüktür.
  - Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....
10. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?
- Asansör sabit hızla hareket ettiği için halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru olan yer çekimi kuvvetine eşittir.
  - Asansör yukarı doğru hareket ettiği için halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvet, aşağı doğru olan yer çekimi kuvvetinden büyüktür.
  - Asansörün hızı artmadığına göre, aşağı doğru olan yer çekimi kuvveti, halat tarafından yukarı doğru etkiyen kuvvetten büyüktür.
  - Asansör yukarı çıkarken havayı sıkıştırır, ve bu sıkışan hava aşağıya doğru basınç uygular. Asansör yukarı doğru hareket ettiği için, halat tarafından yukarıya doğru etkiyen kuvvet, aşağıya doğru olan yer çekimi kuvveti ve hava basınç kuvvetinin toplamından daha büyüktür.
  - Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....
11. 1. Yavaşlamakta olan bir cisim için, aşağıdaki yargılardan hangisine varılabilir?
- Cismin içsel kuvvetinde bir azalma olması gerekir.
  - Cismi ileriye doğru iten veya çeken kuvvetin azalması gerekir.
  - Cismin yavaşlamasına neden olan, harekete karşı koyan kuvvetin artması gerekir.
  - Cismin hareketine engel olan kuvvetin, cismi ileriye iten veya çeken kuvvetlerin toplamından daha büyük olması gerekir.
  - Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....
11. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?
- Hareket eden cisimler içsel bir kuvvete sahiptirler. Cisim yavaşladığına göre bu içsel kuvveti azalıyor demektir.
  - Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketini sağlayan kuvvet azalıyor demektir.
  - Eğer bir cisim yavaşlıyorsa, onun hareketine karşı koyan kuvvet artıyor demektir.
  - Eğer cisim yavaşlıyorsa, harekete engel olan kuvvetin, hareket yönünde olan itme ve çekme kuvvetlerinin toplamından büyüktür demektir.
  - Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

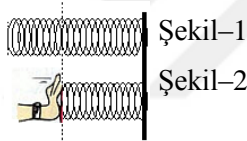


12. 1. Bir öğrenci şekildeki gibi bir duvarı 50 N'luk bir kuvvet ile itmektedir. Ancak duvar hareket etmemektedir. Bu durumda aşağıda verilen yargılardan hangisi doğrudur?

- A. Sadece duvara 50 N'luk bir kuvvet etki eder.
- B. Sadece öğrenciye 50 N'luk bir kuvvet etki eder.
- C. Öğrenci duvara 50 N'luk bir etki kuvveti uygularken duvar da öğrenciye 50 N'luk bir tepki kuvveti uygular.
- D. Duvar tarafından öğrenciye 50N'luk kuvvetten daha küçük bir kuvvet etki eder.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

12. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. İki cisim arasındaki etkileşim, bu cisimlerin birbirlerine kuvvet uyguladığı anlamına gelir. Kuvvet her zaman çiftler halinde bulunur.
- B. Etkileşen cisimlerden biri hareket etmiyorsa yalnızca etki kuvveti vardır.
- C. Etkileşen cisimler arasında yalnızca tepki kuvveti vardır.
- D. Etkileşen cisimler arasında oluşan etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



13.1. Bir öğrenci şekildeki gibi bir yayı sıkıştırmaktadır. Öğrenci yayı Şekil-2'deki konumda tutarken, yay ve öğrenciye etki eden kuvvetler ile ilgili aşağıda verilen yargılardan hangisi doğrudur?

- A. Sadece yay kuvvet etki eder.
- B. Sadece öğrenciye kuvvet etki eder.
- C. Hem öğrenciye hem de yay kuvvet etki eder.
- D. Ne öğrenciye ne de yay herhangi bir kuvvet etki etmez.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

13. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Sadece canlılar kuvvet uygular. Cansız varlıklar kuvvet uygulayamazlar.
- B. İki cisim arasındaki etkileşim, bu cisimlerin birbirlerine kuvvet uyguladığı anlamına gelir. Kuvvet her zaman çiftler halinde bulunur.
- C. Sıkıştırılmış ya da gerilmiş durumdaki yay kuvvet etki etmez. Eğer yay bir kuvvet etki etseydi yay sıkışmaya devam ederdi.
- D. Kuvvet uygulamış sayılmak için hareket gereklidir. Hem öğrenci hem de yay hareketsiz oldukları için ikisine de herhangi bir kuvvet etki etmez.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



Şekil-1



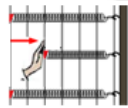
Şekil-2

14.1. Şekil-1’de bir öğrenci kitap okurken, Şekil-2’de ise bir adam alışveriş paketlerini taşıırken görülmektedir. Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

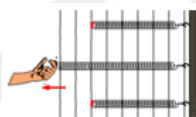
- A. Sadece Şekil-1’de iş yapılmıştır.
- B. Sadece Şekil-2’de iş yapılmıştır.
- C. Hem Şekil-1’de hem de Şekil-2’de iş yapılmıştır.
- D. Hem Şekil-1’de hem de Şekil-2’de iş yapılmamıştır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

14. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Bir cisim uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket ediyorsa bilimsel olarak iş yapılır.
- B. Sadece hareket doğrultusuna dik olarak etki eden kuvvet, bilimsel anlamda iş yapmaz. Bu özel durumun dışında kalan durumların hepsinde iş yapılır.
- C. Bir cisme bir kuvvet etkiyorsa iş yapılır. Kitap okurken kuvvet uygulanmadığı için iş yapılmaz.
- D. Kişinin günlük hayatta yaptığı her türlü aktivite iştir.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



Şekil - 1



Şekil - 2

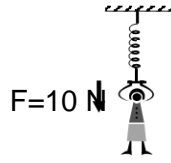
15. 1.

Bir öğrenci Şekil-1’deki gibi bir yayı 10 cm sıkıştırıyor ve bir süre sonra yayı serbest bırakıyor. Ardından yine aynı yayı bu kez Şekil-2’deki gibi 10 cm geriyor ve bir süre sonra yayı tekrar serbest bırakıyor. Buna göre aşağıda verilen yargılardan hangisi doğrudur?

- A. Her iki durumda yaylarda depolanan enerji miktarı aynıdır.
- B. Her iki durumda da yaylarda enerji depolanmaz.
- C. Şekil-1’deki durumda yayda daha fazla enerji depolanır.
- D. Şekil-2’deki durumda yayda daha fazla enerji depolanır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

15. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Çekim potansiyel enerjisi, potansiyel enerjinin tek türüdür. Bu nedenle her iki durumda da yaylarda herhangi bir enerji depolanmaz.
- B. Bir yay aynı miktarda sıkıştırılır ya da gerilirse her iki durumda da aynı miktarda enerjiye sahip olur.
- C. Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolanmaz. Sıkıştırılmış yayda daha fazla enerji depolanır.
- D. Sıkıştırılmış ya da gerilmiş yay aynı uzamaya sahipken, aynı miktarda enerji depolanmaz. Gerilmiş yayda daha fazla enerji depolanır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



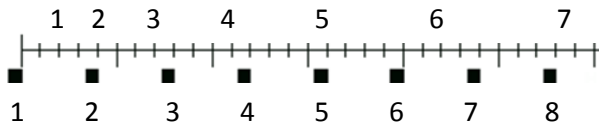
16.1. Bir öğrenci şekilde gösterildiği gibi 10 N'luk bir kuvvet uygulayarak yayı germektedir. Öğrenci yayı bu konumda tutarken, yay tarafından öğrenciye uygulanan kuvvetin yönü ve büyüklüğü aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak gösterilmiştir?

	Büyüklüğü	Yönü
A)	10 N	↓
B)	10 N'dan küçük	↑
C)	10 N	↑
D)	Sıfır	

16. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Yay tarafından öğrenciye, kendisine uygulanan kuvvete eşit büyüklükte ve aynı yönde bir kuvvet uygulanır.
- B. Herhangi bir etkiye karşı her zaman bir tepki vardır. Tepki kuvveti etkiye eşit büyüklükte ve zıt yöndedir.
- C. Gerilmiş durumdaki yayda, etki kuvveti tepki kuvvetinden büyüktür.
- D. Sadece canlılar kuvvet uygular. Cansız varlıklar kuvvet uygulayamazlar.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

17. 1. İki farklı cismin 1 saniye aralıklarla konumları aşağıdaki şekilde umaralandırılmış karelerle gösterilmektedir. Cisimler sağa doğru hareket etmektedirler. Cisimlerin aynı hızda oldukları an var mıdır? Varsa hangisidir?



- A. Evet, 2. anda.
- B. Evet, 5. anda.
- C. Evet, 2. ve 5. anda.
- D. Evet, 3. ve 4. anlar arasında.
- E. Hayır.
- F. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

17. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Cisimler 2. anda aynı noktadan geçtiklerinden dolayı hızları da eşittir.
- B. Cisimler 5. anda aynı noktadan geçtiklerinden dolayı hızları da eşittir.
- C. Cisimler hareketleri sırasında yan yana geldikleri anda hızları eşittir.
- D. Cisimler 3. ve 4. zaman aralığında eşit yol aldıklarından hızları eşittir.
- E. Farklı hareketler olduklarından hızlarının eşit olduğu bir an yoktur.
- F. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....





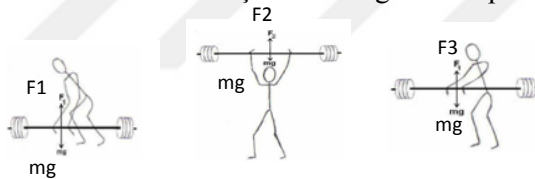
18.1.

Bir lastik top belli bir yükseklikten yere doğru fırlatılmaktadır. Buna göre aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur? (Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

- A. Top ilk yüksekliğinden daha yukarı zıplar.
- B. Top ilk yüksekliğinden daha az zıplar.
- C. Top ilk bırakıldığı yüksekliğe zıplar.
- D. Topun ne kadar zıplayacağı bilinemez.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

18.2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Top yere çarpınca etki-tepki prensibine göre top aynı mesafeye zıplar.
- B. Başlangıçta topa bir kuvvet uygulanmıştır , buna bir de yerin uyguladığı kuvvet eklenir ve top daha yükseğe çıkar.
- C. Top esnek olduğu için yere çarpınca bir de esneklik potansiyel enerjisi kazanır ve bu enerjiyle top daha yükseğe zıplar.
- D. Top belli bir yükseklikten fırlatıldığı için başlangıçta potansiyel ve kinetik enerjiye sahiptir. Sonra bu toplam enerji tamamen potansiyel enerjiye dönüşür ve top daha yükseğe zıplar.
- E. Top yere çarpınca enerji kaybeder ve daha az yukarı zıplar.
- F. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



19.1.

$$F1 > mg$$

$$F2 = mg$$

$$F3 < mg$$

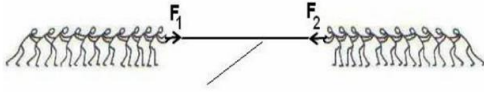
Halterci, halteri yukarı kaldırırken mi, başının üzerinde tutarken mi, yoksa tekrar yere indirirken mi iş yapar? Yoksa her üç durumda da iş yapar mı?

- A. Halterci her üç durumda da iş yapar.
- B. Halterci ağırlığı başının üzerinde tutarken iş yapar.
- C. Halterci halteri yukarı kaldırırken ve başının üzerinde tutarken iş yapar.
- D. Halterci halteri yukarı kaldırırken iş yapar, halteri tekrar yere indirirken de yerçekimi tarafından halter üzerine iş yapılır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

19.2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Halterci her üç durumda da enerji harcadığı için, hepsinde iş yapar.
- B. Halterci ağırlığı başının üzerinde tutarken güç sarf eder, yorulur, enerji kaybeder ve bu nedenle iş yapar.
- C. Halterci halteri yukarı kaldırırken kuvvet uygular ve halter bu kuvvet yönünde yer değiştirme yapar. Bu nedenle iş yapar. Halteri yukarıda tutarken kuvvet uygular fakat yer değiştirme yapmadığı için iş yapmaz. Halteri yere indirirken de, yer çekimi kuvveti halter üzerine iş yapar.
- D. Halterci halteri yukarı kaldırırken ve başının üzerinde tutarken kuvvet uyguladığı için iş yapar.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

20. 1. Bir halat çekme yarışında, takımlardan biri fazla hareket etmeden, diğer takımı kendine doğru çekerek yavaş yavaş onu yenmektedir. Bu durumda hangi takım iş yapmaktadır?



- A. Yenilen takım iş yapar.
- B. Yenen takım iş yapar.
- C. Hem yenen, hem de yenilen takım iş yapar.
- D. Yenen takım da, yenilen takım da iş yapmaz.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

20. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme yapan bir cisim iş yapmıştır. Yenilen takım üzerine kuvvet uygulandığı ve yer değiştirdiği için, yenilen takım iş yapar.
- B. Üzerine kuvvet etki eden ve bu kuvvetin etkisiyle yer değiştirme yapan bir cismin üzerine iş yapılır. Yani üzerine kuvvet uygulanan cisim değil, kuvveti uygulayan iş yapar. Yenen takım yenilen takım üzerine kuvvet uygulamakta ve yol aldırılmaktadır. Bu durumda yenen takım, yenilen takım üzerine iş yapar. Yenilen takım iş yapmaz.
- C. İki takım da kuvvet uygulamakta ve kuvvet doğrultusunda yol almaktadır. Kazanan pozitif yönde, kaybeden negatif yönde iş yapar.
- D. Daha çok yorulan daha çok enerji harcar ve daha çok iş yapar. Yenen takım iş yapar çünkü yenen takım halata daha çok asılır, daha çok yorulur, daha çok enerji harcar ve daha çok iş yapar.
- E. İki takım da enerji harcıyıp, yorulduğu için iki takım da iş yapar.
- F. Bir görev gerçekleştirmeyip, sadece oyun oynadıklarından dolayı, iki takım da iş yapmış sayılmaz.
- G. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



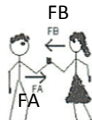
21.1.

Bir garson bir masadaki boş bardakları tepsiye yerleştirip mutfığa taşımıştır. Diğer bir garson ise aynı sayıda ama dolu olan bardakları mutfaktan aynı masaya taşımıştır. Garsonların tepsiyi **düseyde hareket ettirmeden** sabit hızla taşıdıkları bilindiğine göre aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- A. Dolu bardakları taşıyan garson iş yapmıştır, boş bardakları taşıyan garson iş yapmamıştır.
- B. İkisi de iş yapmamıştır.
- C. İkisi de aynı işi yapmıştır.
- D. Dolu bardakları taşıyan garson, boş bardakları taşıyan garsondan daha fazla iş yapmıştır.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

21. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Alınan mesafe aynı ama uygulanan kuvvetler farklıdır. Dolu bardakları taşıyan daha fazla kuvvet uyguladığı için iş yapmıştır, diğeri iş yapmış sayılmaz.
- B. Yatayda aldıkları yollar eşit olduğu için iş de eşittir, kütlelerin bir önemi yoktur.
- C. Dolu bardakları taşıyan garson daha çok yorulmuştur, dolayısıyla daha fazla iş yapmıştır.
- D. Dolu bardakları taşıyan garson daha fazla kuvvet uygulamıştır. O yüzden daha çok iş yapmıştır.
- E. Kuvvetin uygulandığı düşey doğrultuda bardaklara yol aldırılmadığı için ikisi de iş yapmamıştır.
- F. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

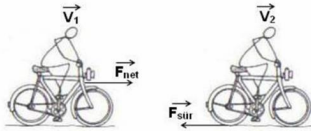


Ali Buket

22. 1. Şekildeki gibi Buket, Ali'yi itmektedir ve ikisi de hareketsizdir. Buket'in kütlesi 45 kg, Ali'nin kütlesi ise 60 kg'dır. Ali'nin Buket'e uyguladığı kuvvet  $F_A$ , Buket'in Ali'ye uyguladığı kuvvet ise  $F_B$ 'dir. Buna göre  $F_A$  ile  $F_B$  arasındaki ilişki nedir?
- $F_A$  sıfırdır,  $F_B$  sıfırdan farklıdır.
  - $F_A, F_B$ den daha büyüktür.
  - $F_B, F_A$ 'dan daha büyüktür.
  - $F_A$  ve  $F_B$  birbirlerine eşittir.
  - $F_A$  ile  $F_B$  birbirlerini yok ederler.
  - Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

22. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- Ali sabit durduğundan, sadece Buket kuvvet uygular.
- Ali daha ağır olduğu için daha fazla kuvvet uygular.
- Buket itme uyguladığı için daha fazla kuvvet uygular.
- Ali'nin ve Buket'in birbirlerine uyguladıkları kuvvet birbirinin etkisini yok edeceğinden, hiçbiri diğerine kuvvet uygulamaz.
- Birbirlerine temas eden nesnelere (canlı ya da cansız) her zaman birbirlerine eşit büyüklükte kuvvet uygularlar.
- Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



23. 1.

Düz bir yolda bisiklet süren bir kişi, bir süre sonra pedal çevirmeyi bırakırsa, bundan sonraki hareketi için ne söylenebilir?

- Hemen yavaşlamaya başlayıp, bir süre sonra duracaktır.
- Sabit bir hızla hareket etmeye devam edecektir.
- Belli bir süre sabit hızla hareket etmeye devam edip, sonra yavaşlayarak duracaktır.
- Hemen duracaktır.
- Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

23. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- Bir cismin hareket etmesine neden olan kuvvet artık etkimiş olsa bile, hareketi etkilemeye devam eder.
- Bir cisme kazandırılan kuvvet bitene kadar, cismin hareket etmesini sağlar. Kuvvet bir müddet sonra tükenir ve cisim durur.
- Başlangıçta pedali çevirirken sürtünme kuvvetine karşı iş yapılır ve bisiklete kinetik enerji kazandırılır. Bu enerji başka bir enerjiye dönüşene kadar bisiklet yol alır.
- Bir cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetler kaldırılırsa, cisim hareketsiz kalır.
- Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

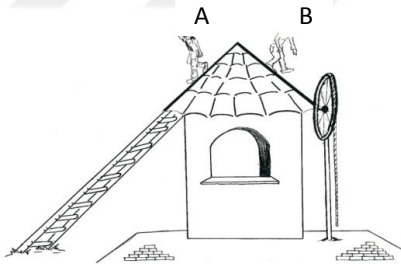


24. 1. Bir kayak pistinin A noktasından kendini serbest bırakan  $m$  kütleli kayakçı, B noktasına kadar kayabiliyor ve B noktasında duruyor. Yine aynı A noktasından 2 katı olan  $2m$  kütleli bir kayakçı kendini serbest bırakırsa nerede durur? (Pist yeteri kadar uzundur.)

- A. B noktasında durur.
- B. B noktasına varmadan durur.
- C. B noktasından daha ileride bir noktada durur.
- D.  $m$  kütleli kayakçının aldığı yolun iki katı yol alarak durur.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

24. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

- A. Kütle arttığı için sürtünme kuvveti artacak ve alacağı yol azalacaktır.
- B. Alınan yol kütleyle bağlı değildir.
- C. Kütle arttığı için enerji de artacaktır ve daha fazla yol alacaktır.
- D. Kütle arttığı için kayakçı daha hızlı inecektir ve daha fazla yol alacaktır.
- E. Potansiyel enerji 2 katına çıktığı için alınan yol da iki katına çıkar.
- F. Kütleyle alınan yol doğru orantılıdır. Kütle iki katına çıkarsa alınan yol da iki katına çıkar.
- G. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....



25. 1. Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi bir çatıyı onarmak için iki usta çalışmaktadır. Bu iki usta görevleri paylaşmışlardır ve aynı sayıda kiremit kullanacaklardır. Ustalardan biri kiremitleri makara benzeri sistem kullanarak, diğeri ise merdiven kullanarak yukarıya çıkarmışlardır. Buna göre iki ustanın yaptıkları işler hakkında aşağıdakilerden hangileri söylenebilir? (Sürtünme ihmal edilecektir.)

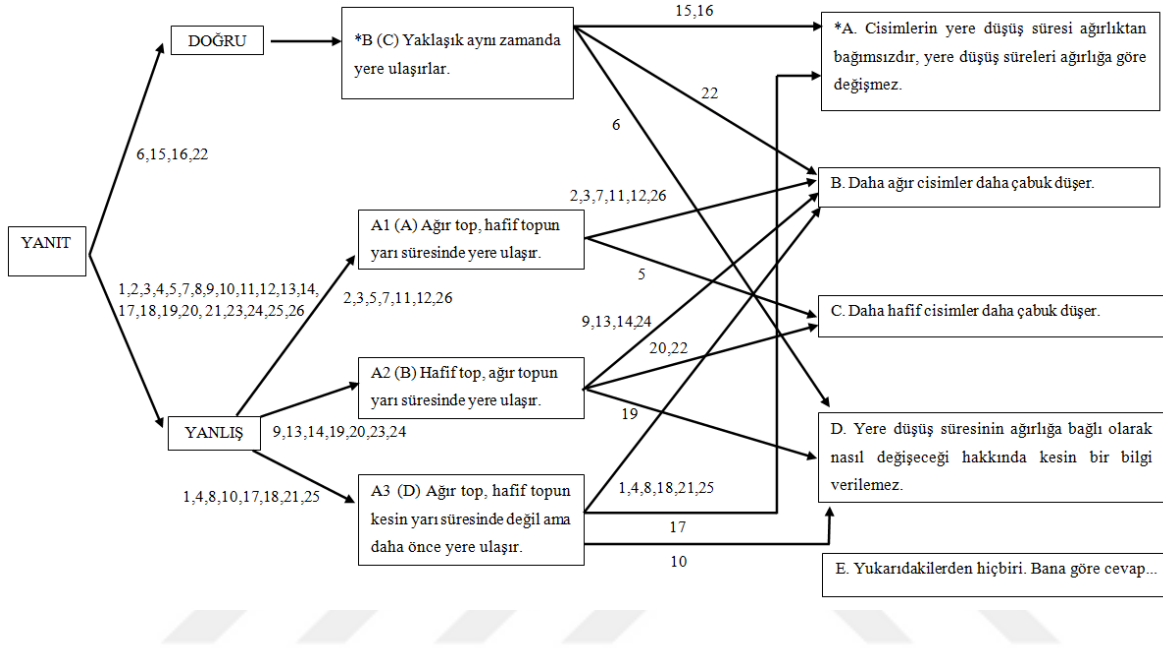
- A. A ustası daha çok iş yapmıştır.
- B. B ustası daha çok iş yapmıştır.
- C. A ustası iş yapmıştır, fakat B ustası iş yapmamıştır.
- D. A ve B ustalarının yaptıkları işler birbirlerine eşittir.
- E. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

25. 2. Yukarıda verdiğiniz cevabın sebebi nedir?

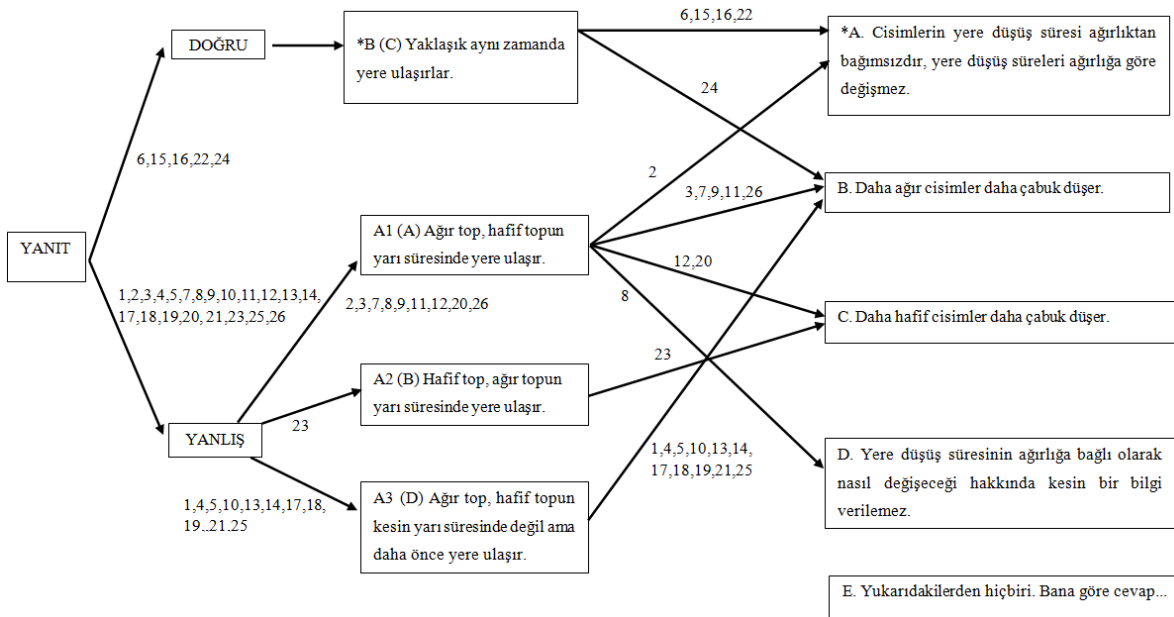
- A. A ustası daha fazla yol aldığı için daha çok iş yapmıştır.
- B. A ustası daha çok kuvvet uyguladığı için daha fazla iş yapmıştır.
- C. A ustası daha fazla enerji harcadığı için daha fazla iş yapmıştır.
- D. Sabit makarada kuvvetten kazanç olduğu için, B ustası daha fazla iş yapmıştır.
- E. A ve B ustalarının uyguladıkları kuvvetler ve tuğlalara düşeyde aldıkları yollar birbirine eşit olduğundan yaptıkları işler de birbirine eşittir.
- F. B ustası bir basit makineden yardım aldığı için iş yapmış sayılmaz, fakat A ustası tuğlaları kendisi çıkardığı için iş yapmıştır.
- G. Yukarıdakilerden hiçbiri. Bana göre cevap: .....

## EK 10: KUVVET VE HAREKET KONUSU KAVRAM TESTİ'NE KONTROL VE DENEY GRUBU ÖĞRENCİLERİNİN ÖN TESTTE VE SON TESTTE VERDİKLERİ CEVAPLARIN HARİTALARI

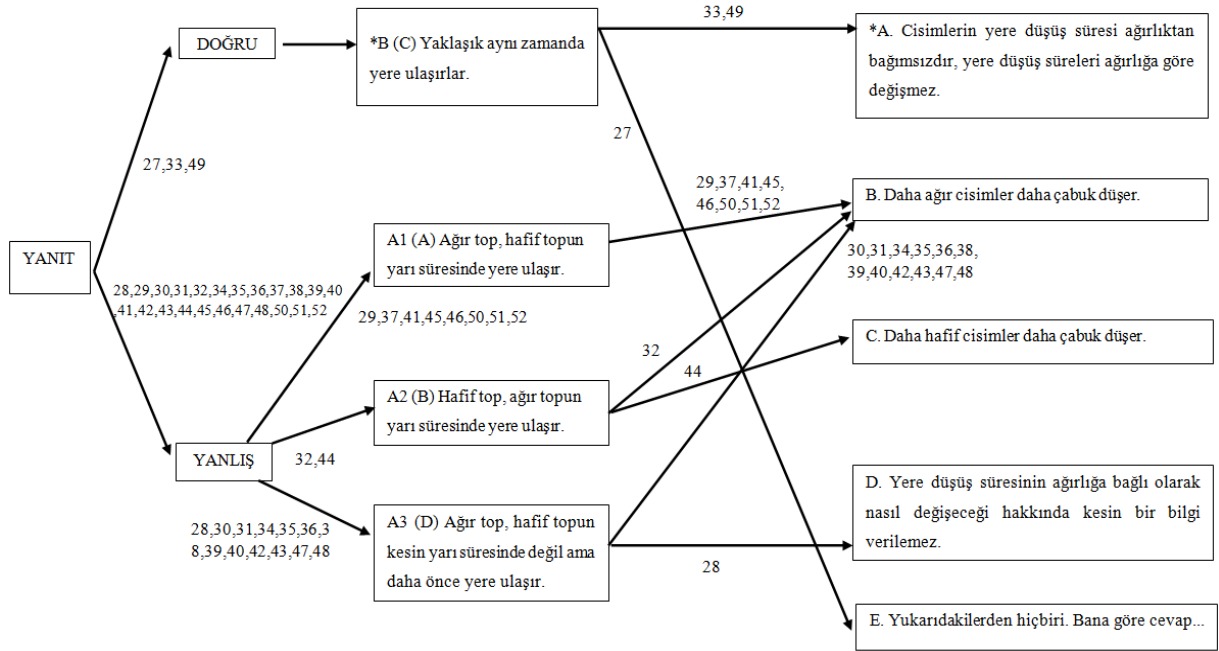
### Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Birinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



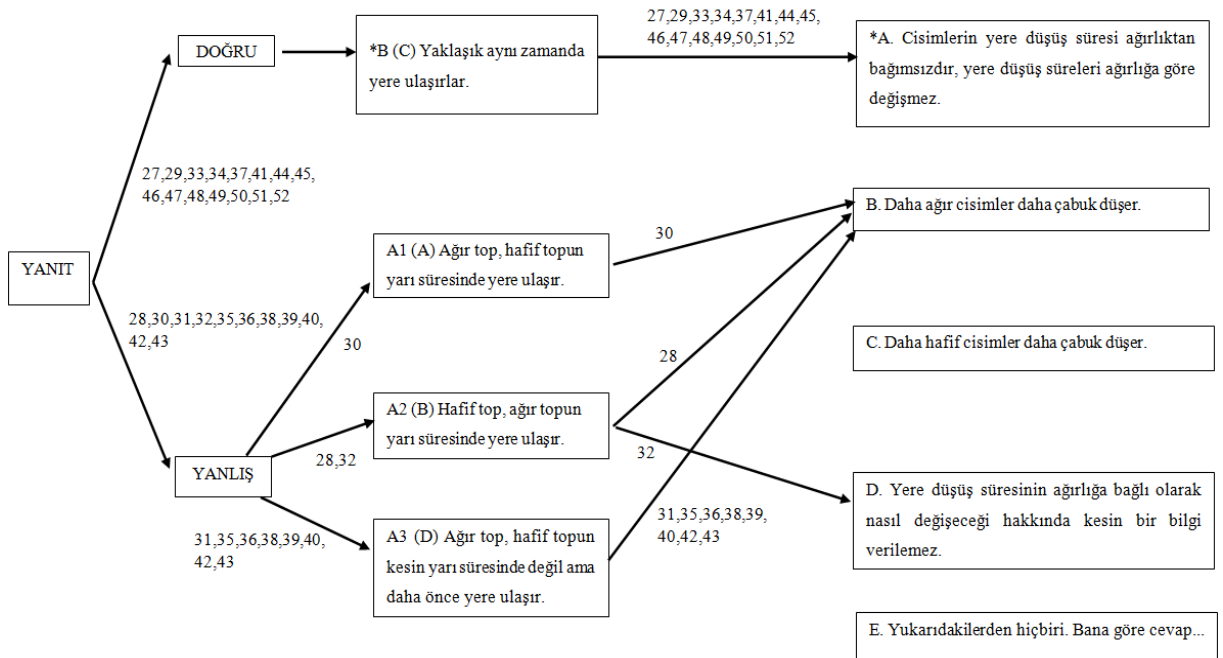
### Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Birinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



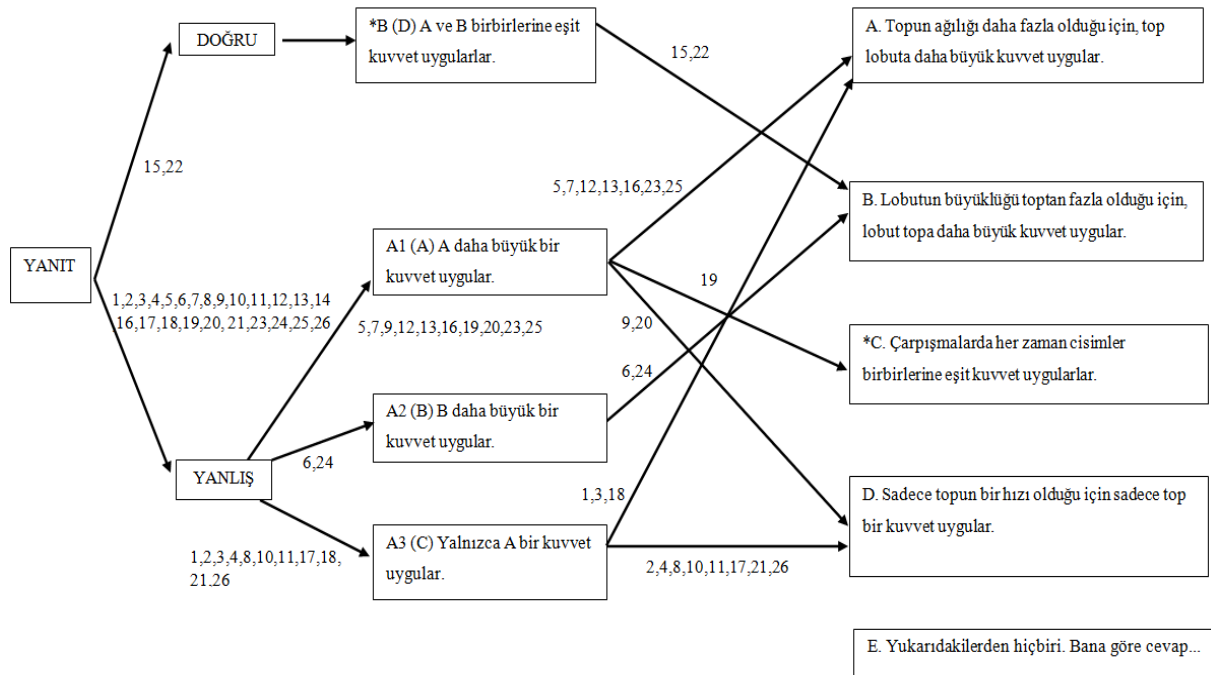
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Birinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



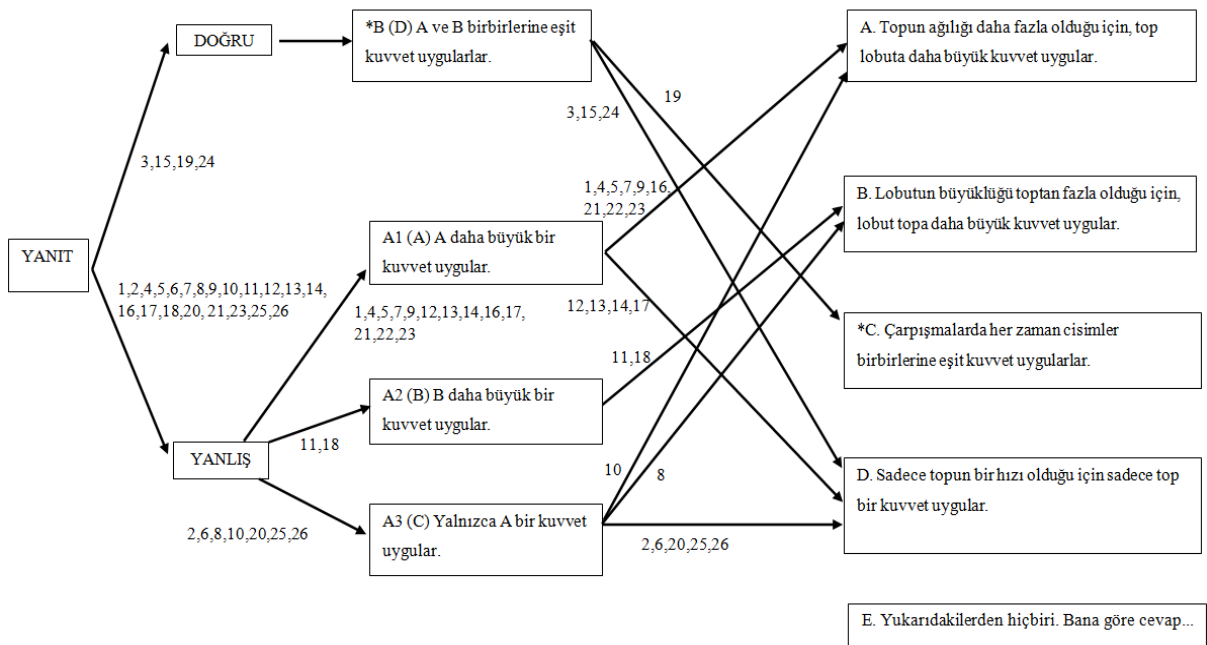
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Birinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin İkinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

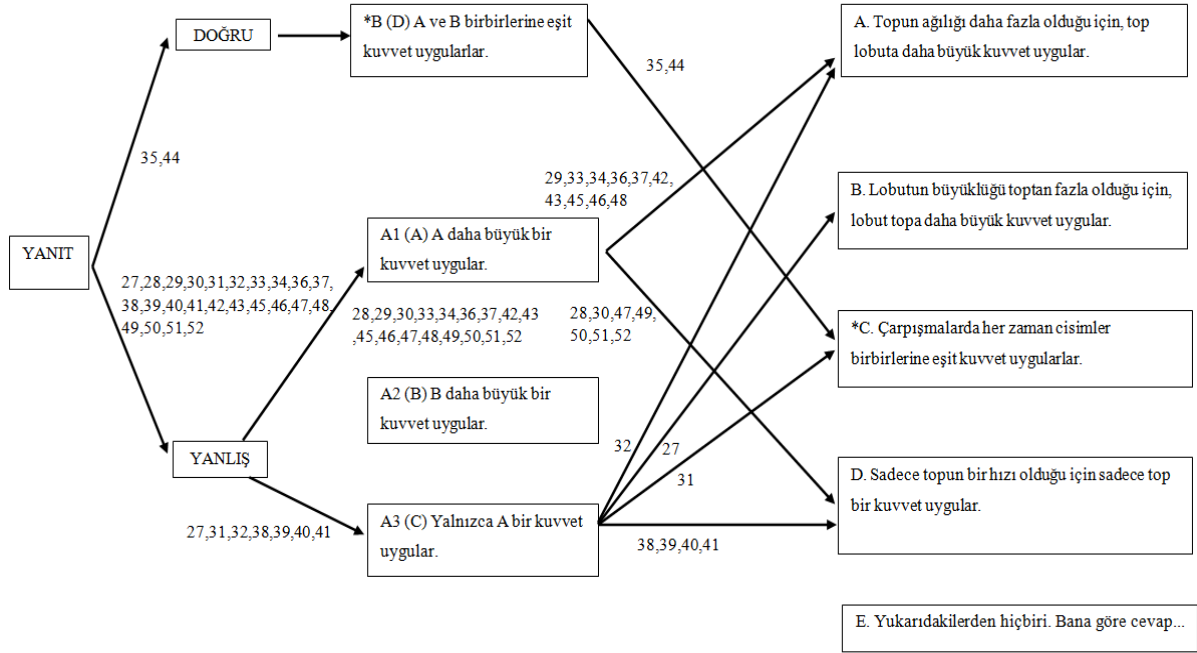


## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin İkinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

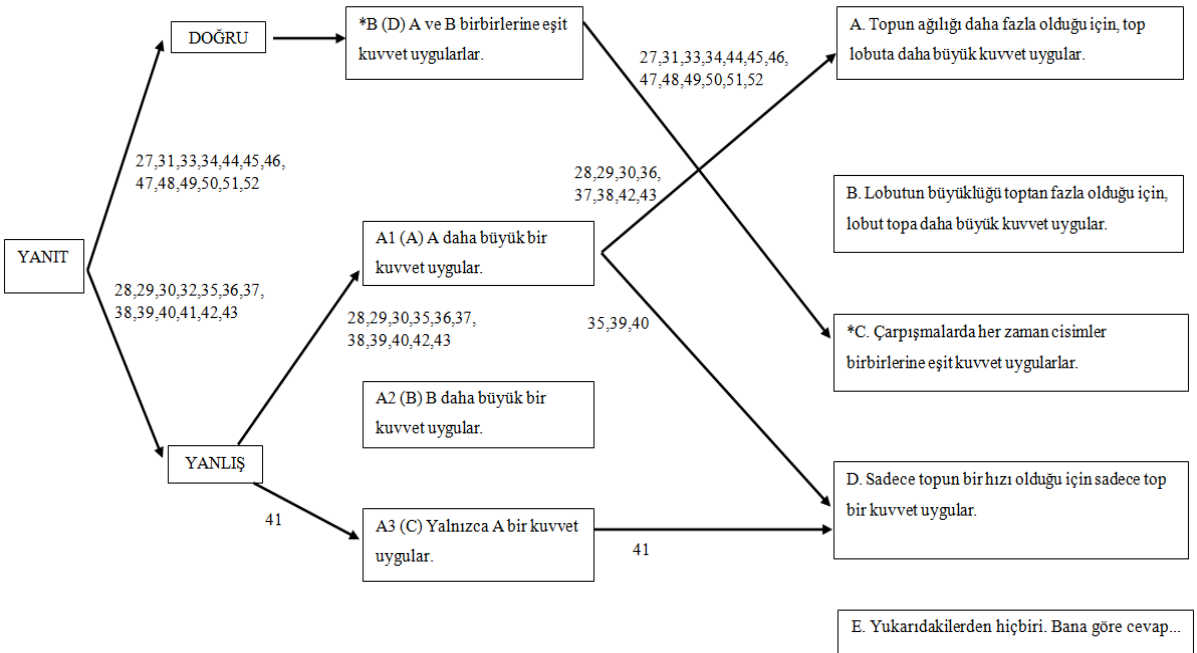




## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin İkinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

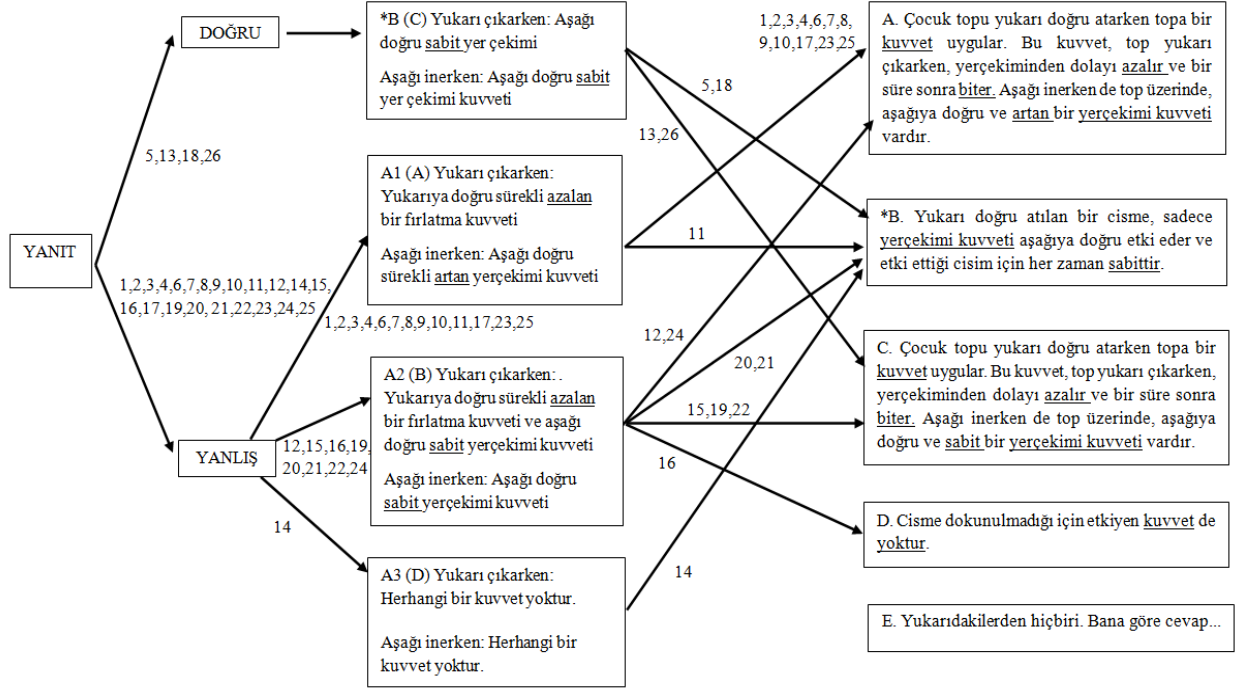


## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin İkinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

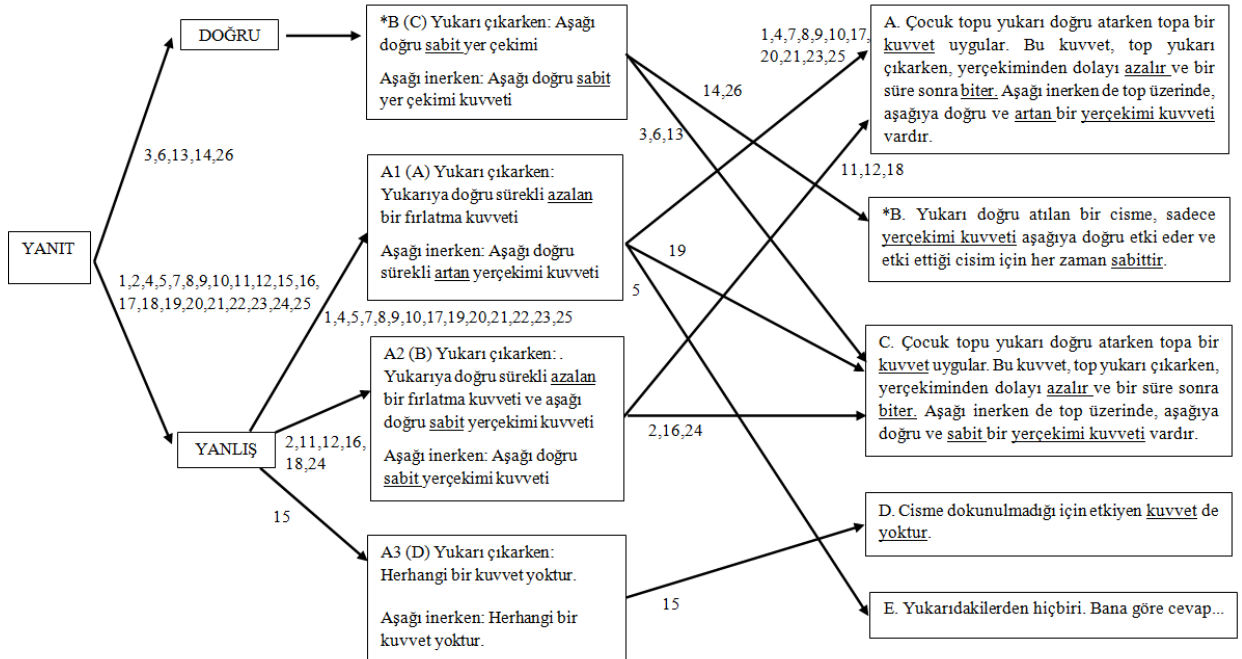




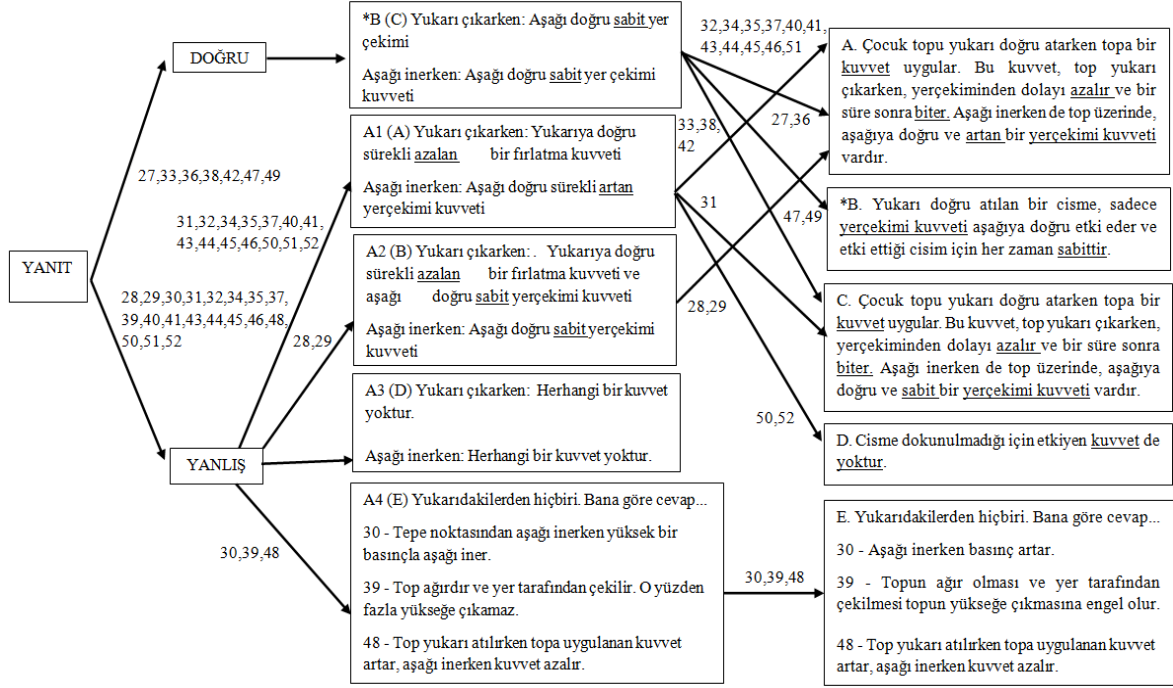
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



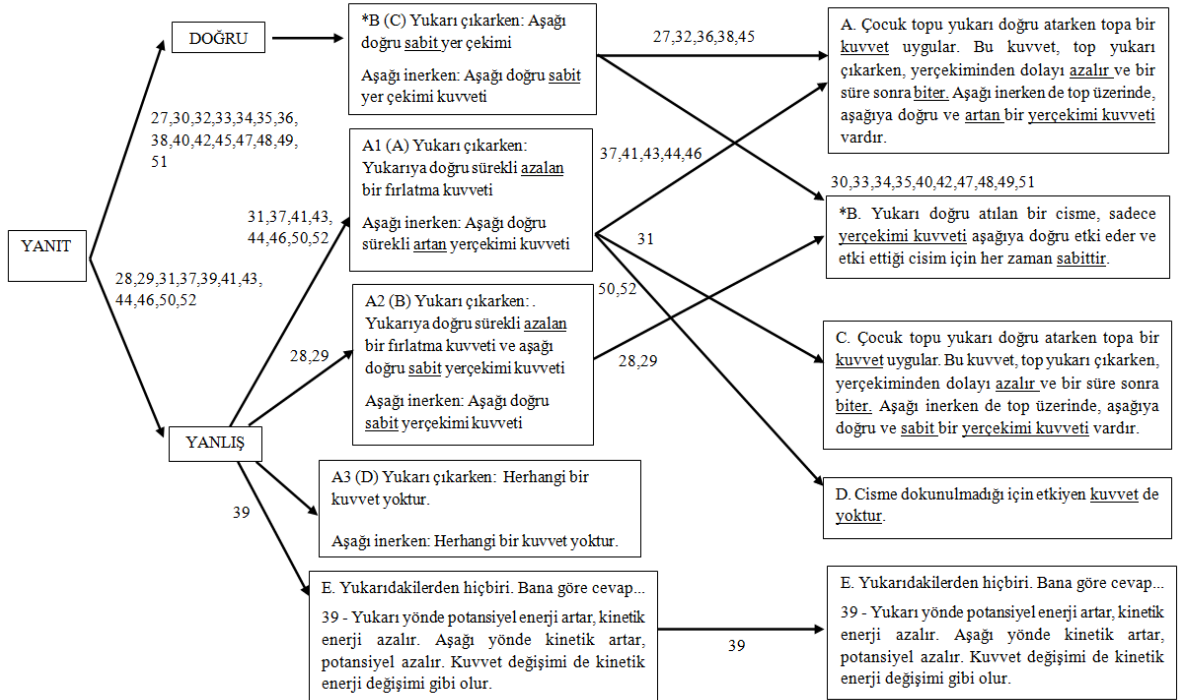
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



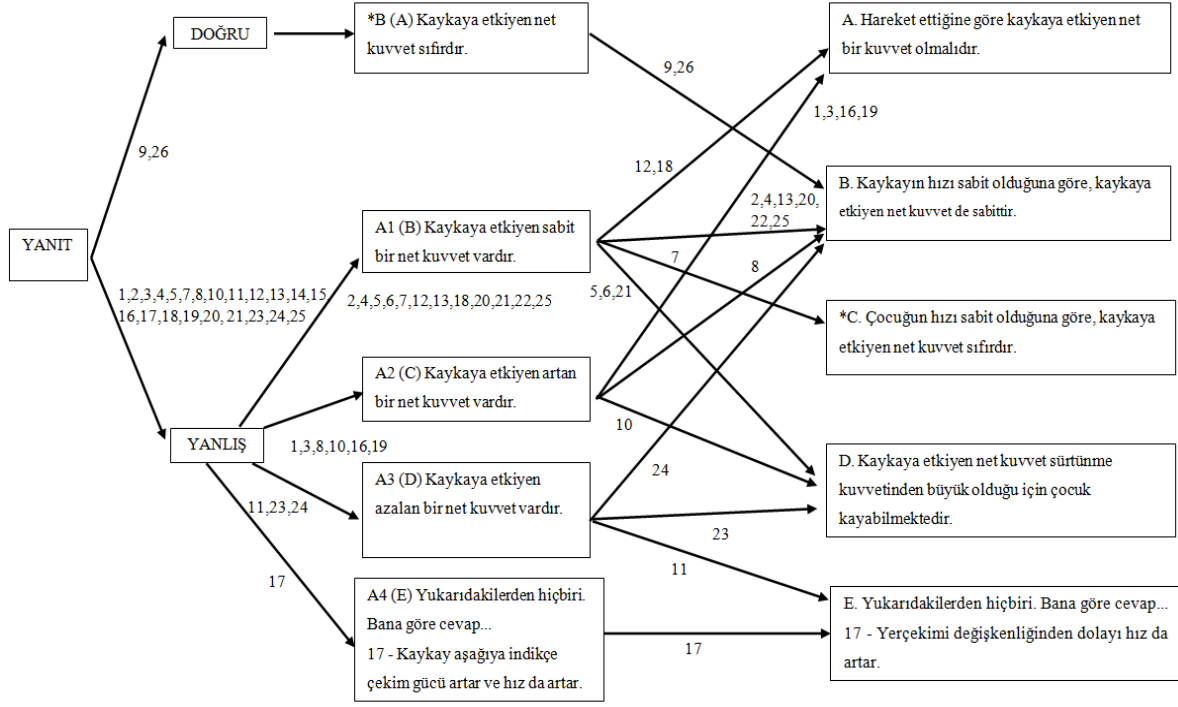
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



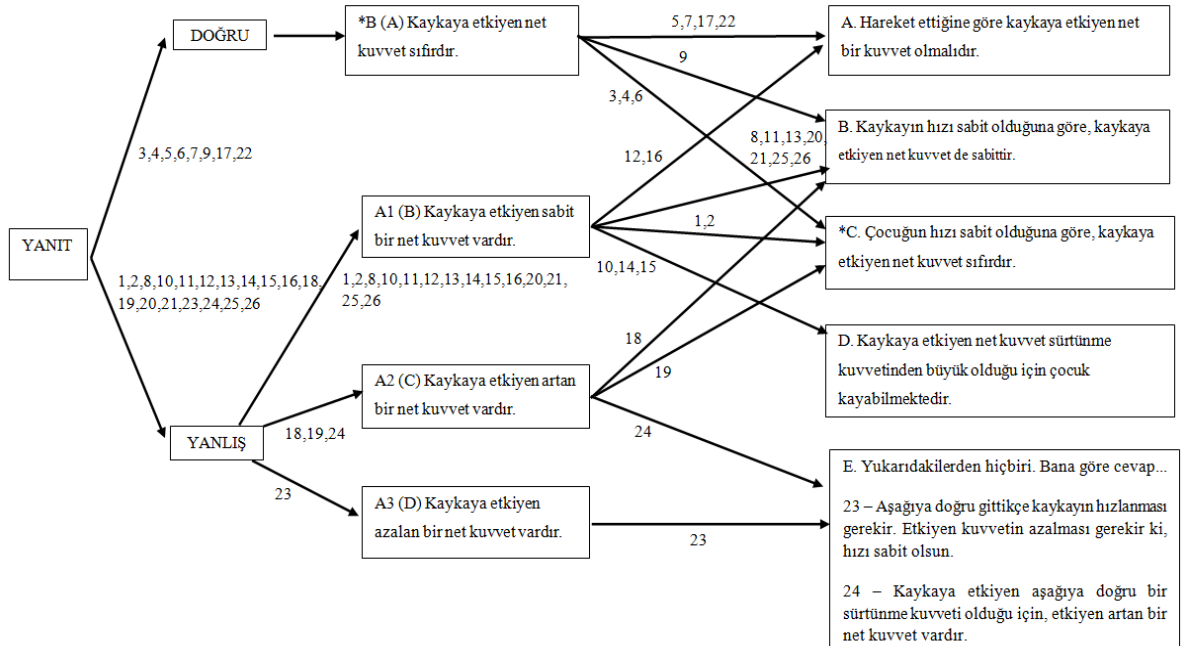
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Üçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



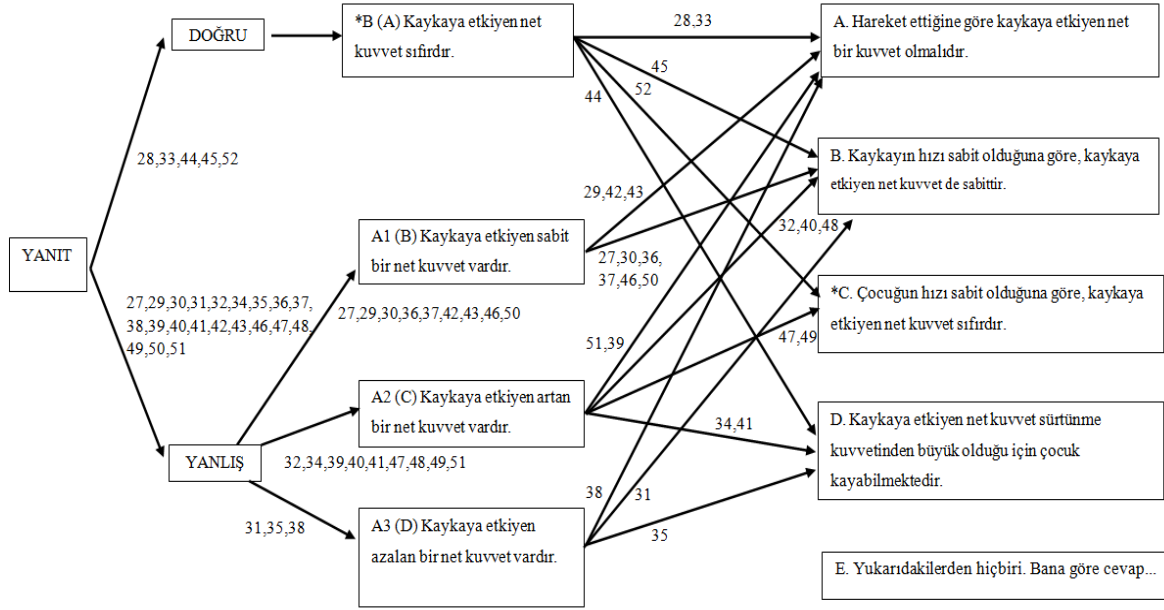
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



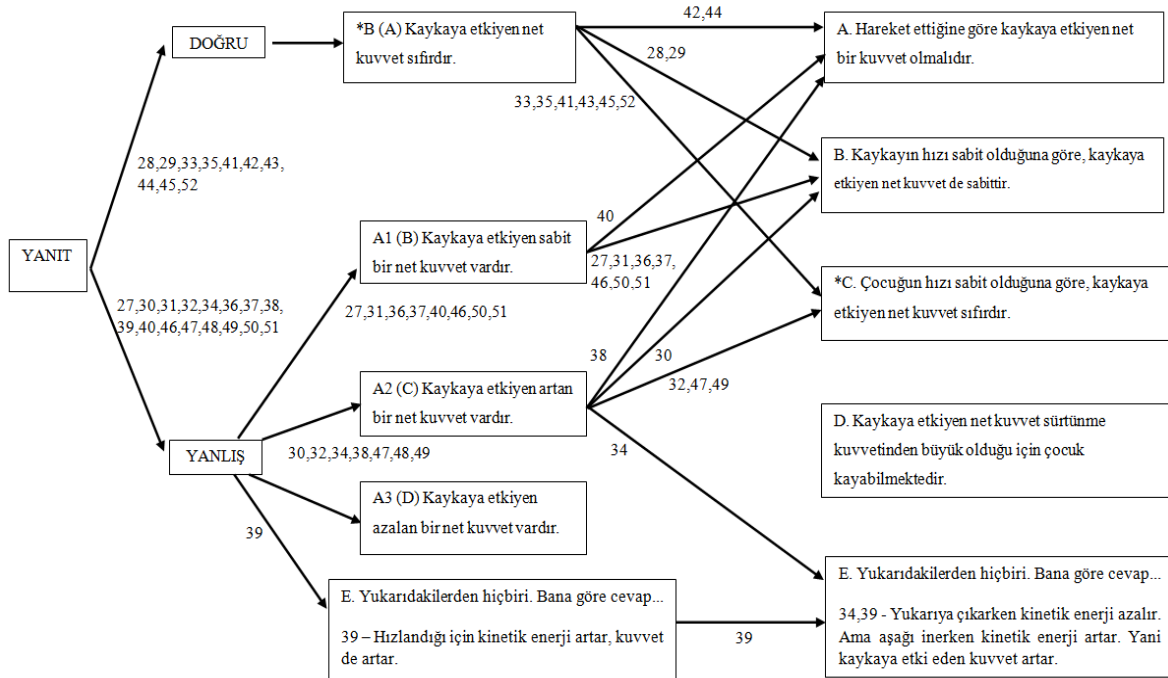
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



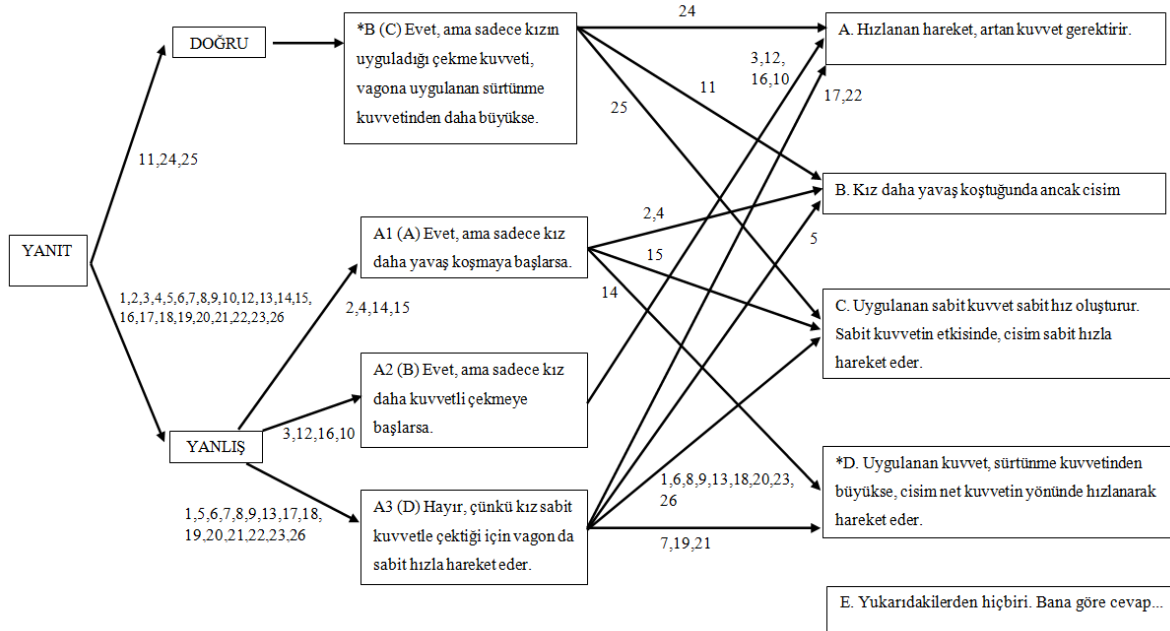
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



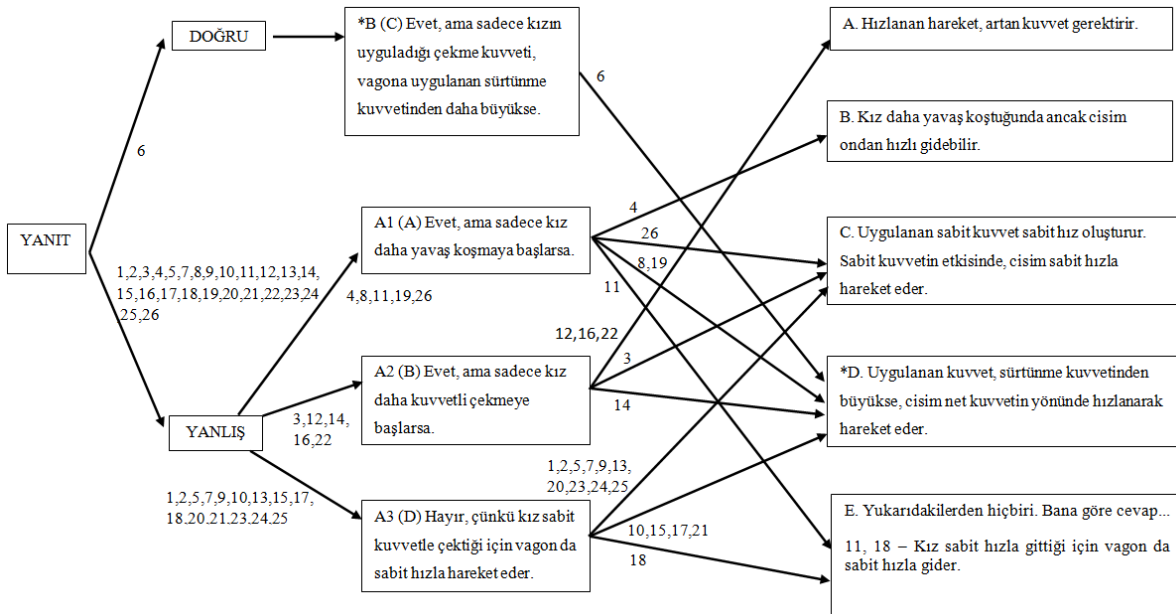
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Dördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



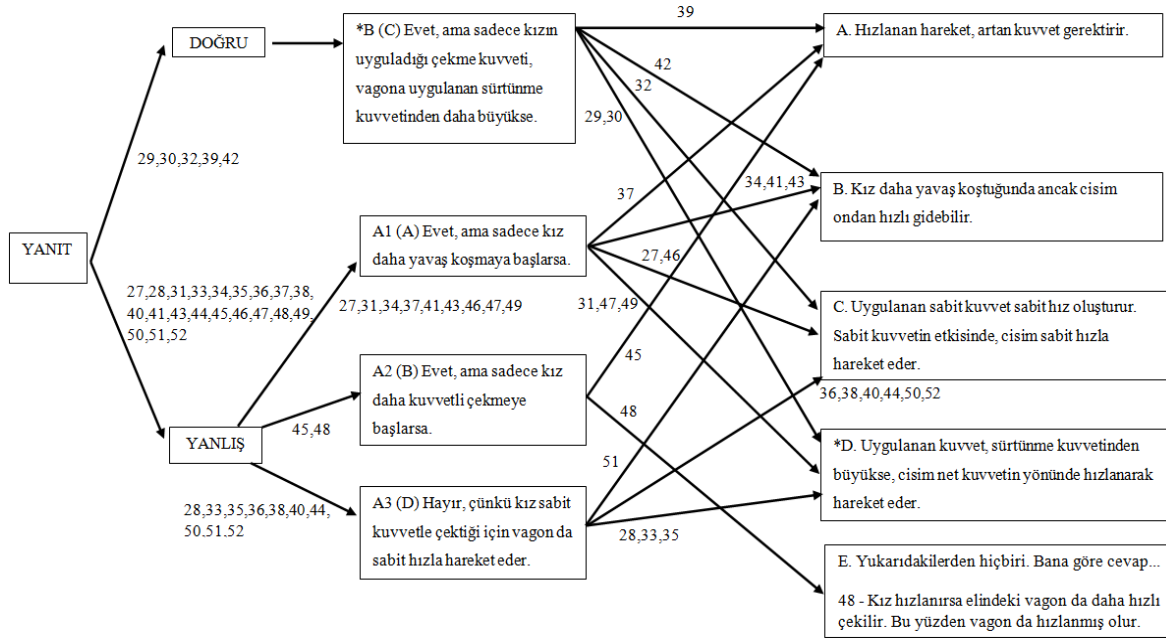
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



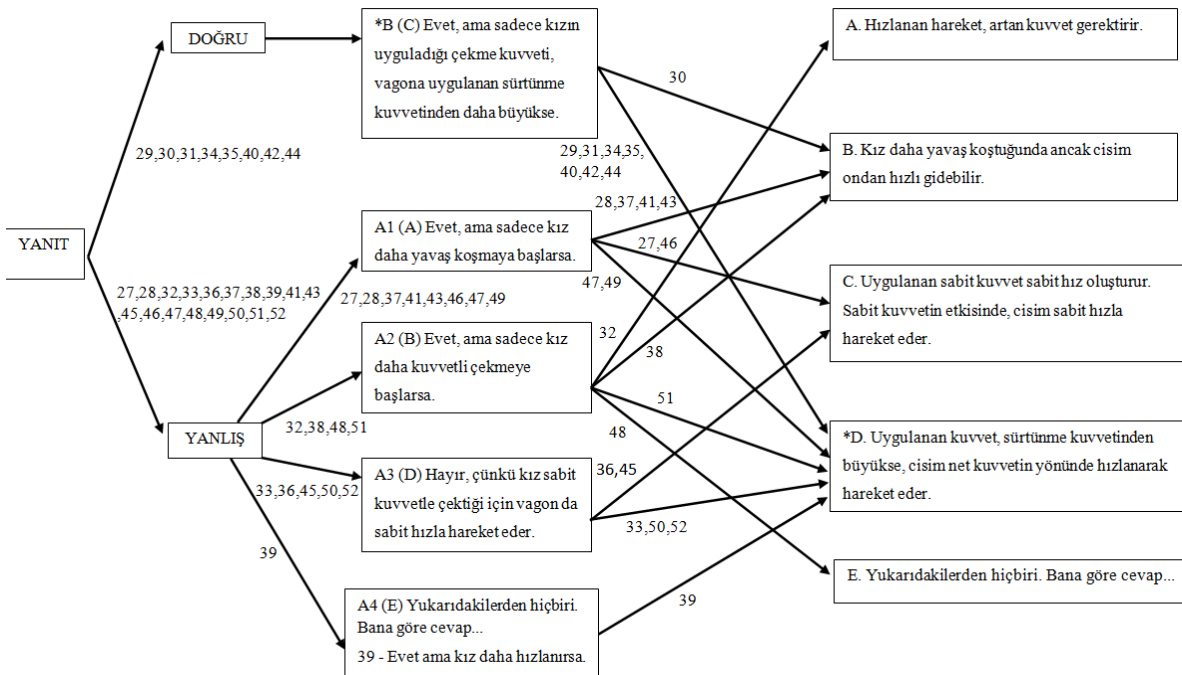
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

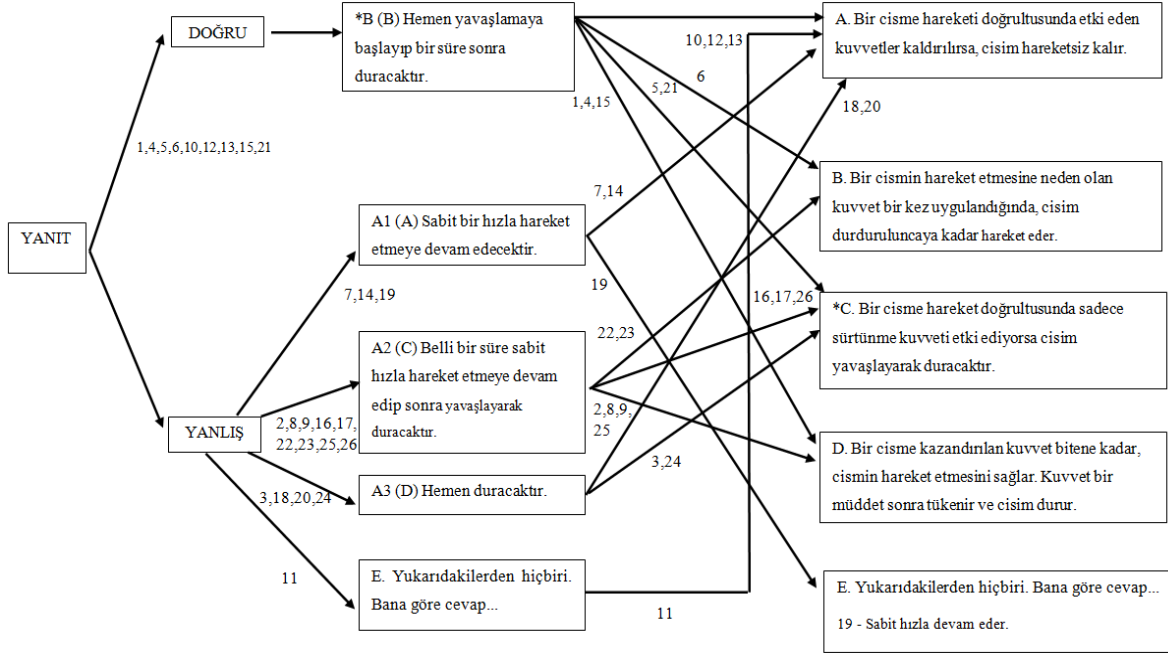


## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Beşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

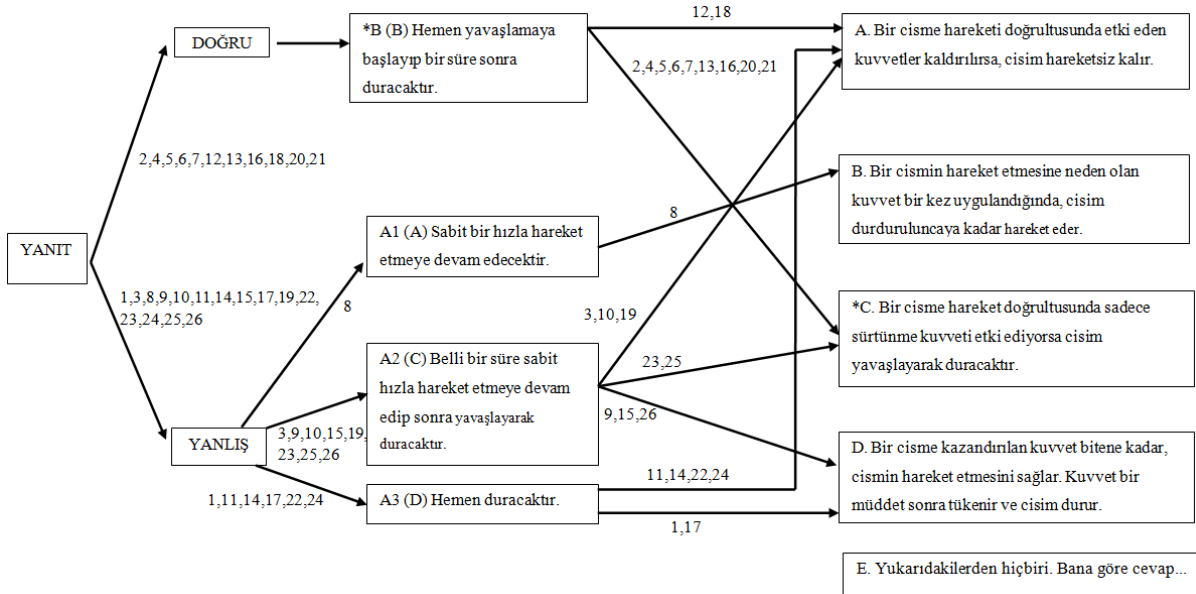




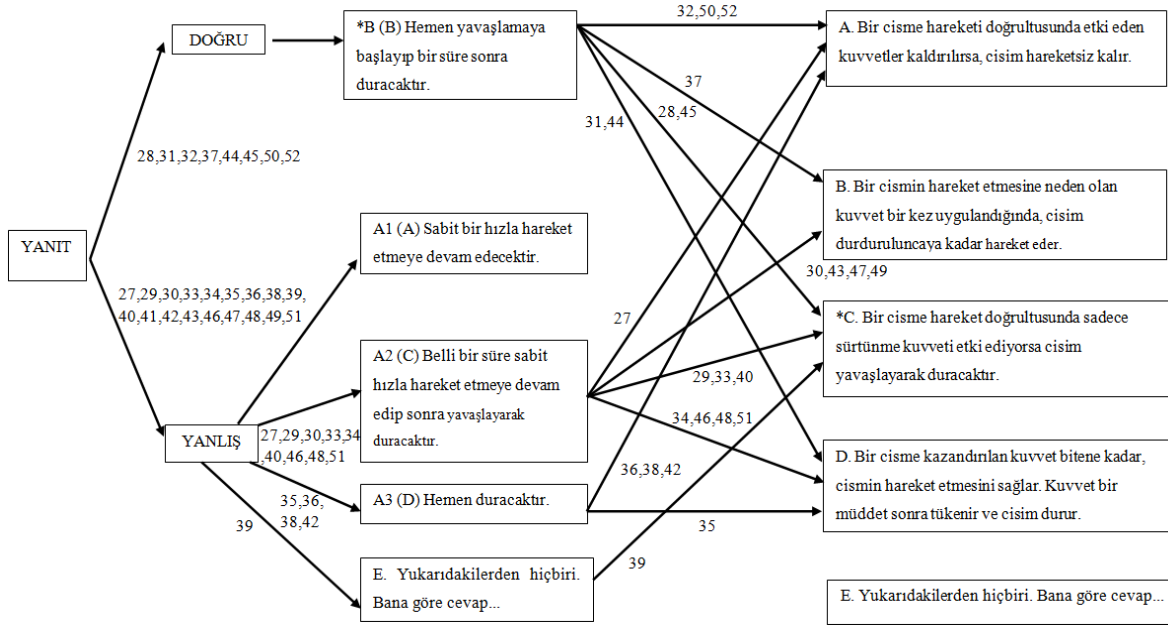
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar



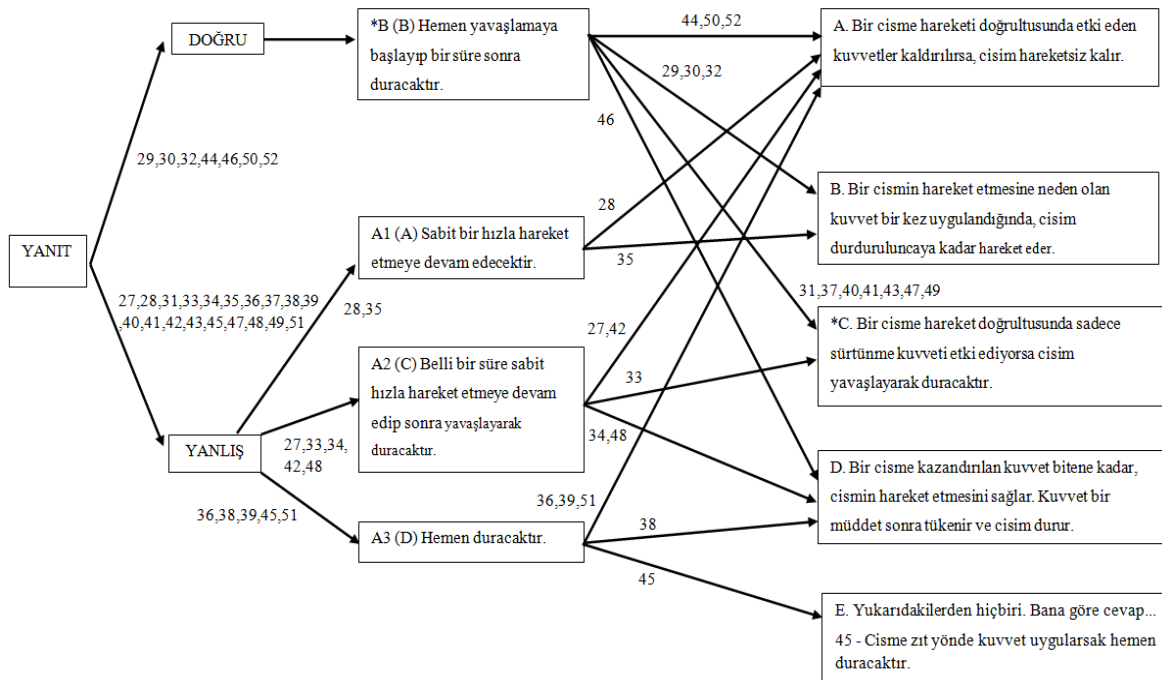
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar

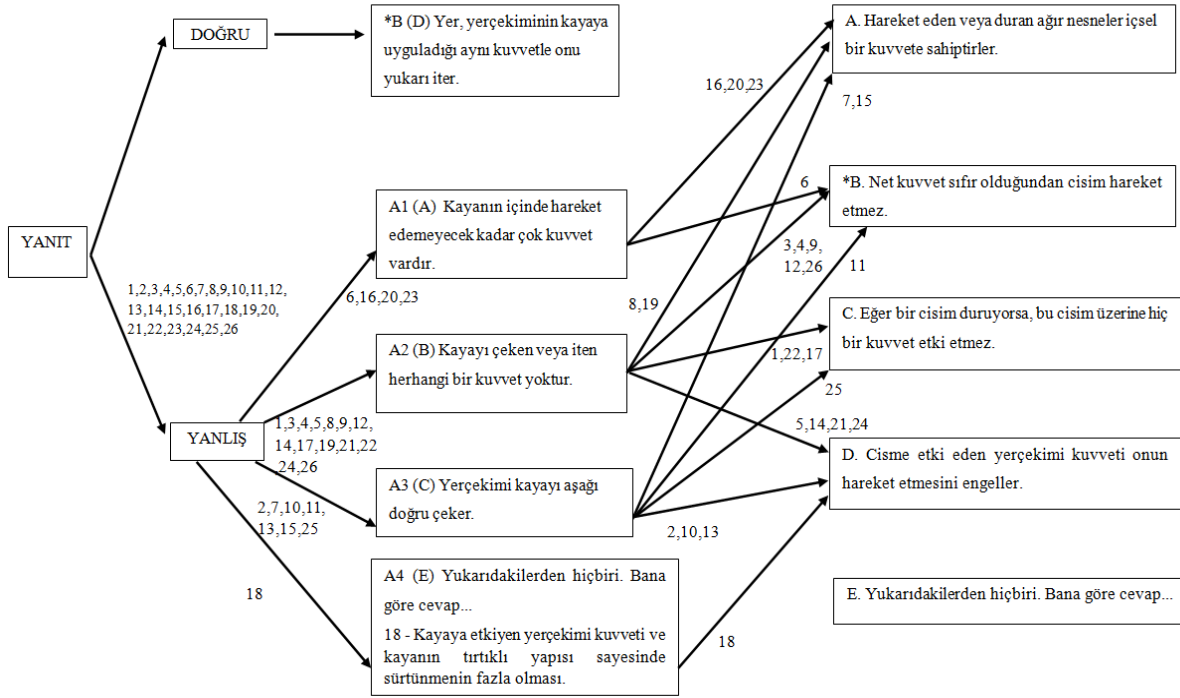


## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Altıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar

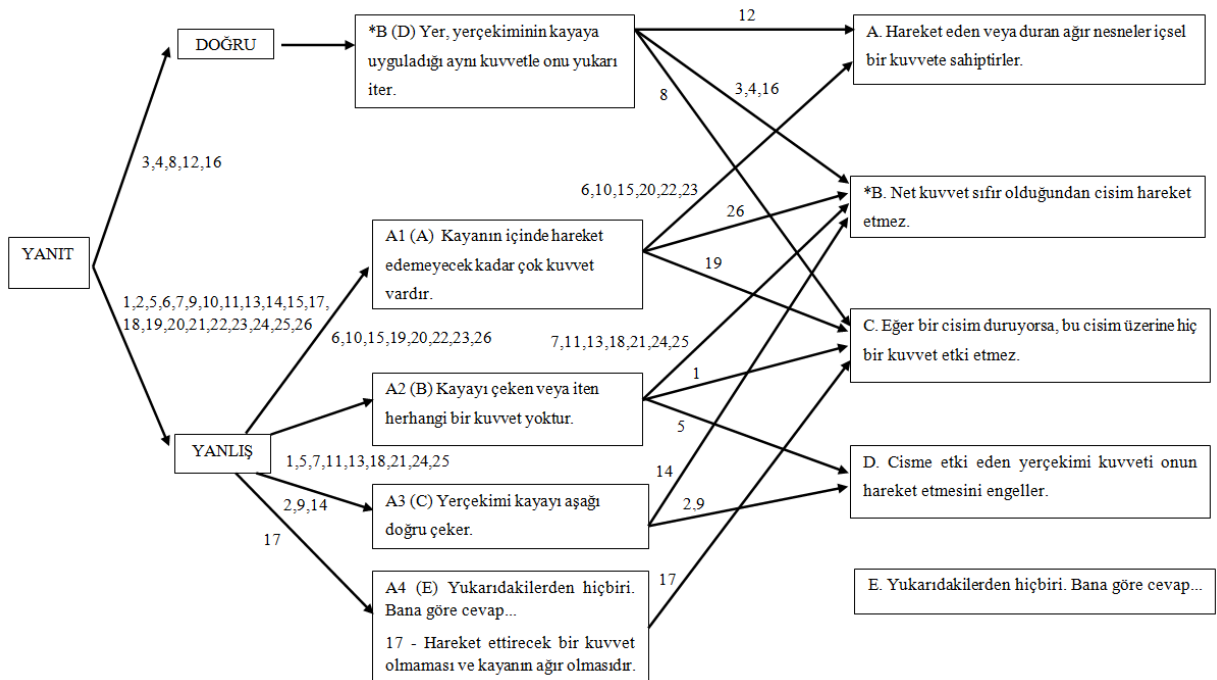




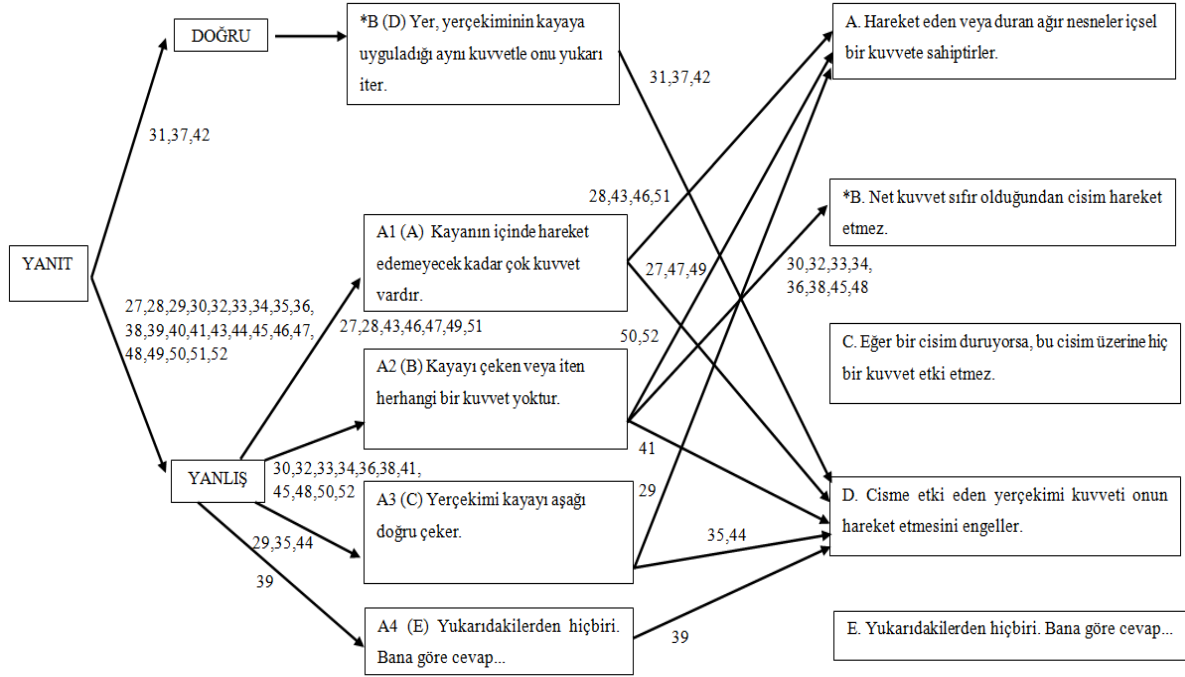
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



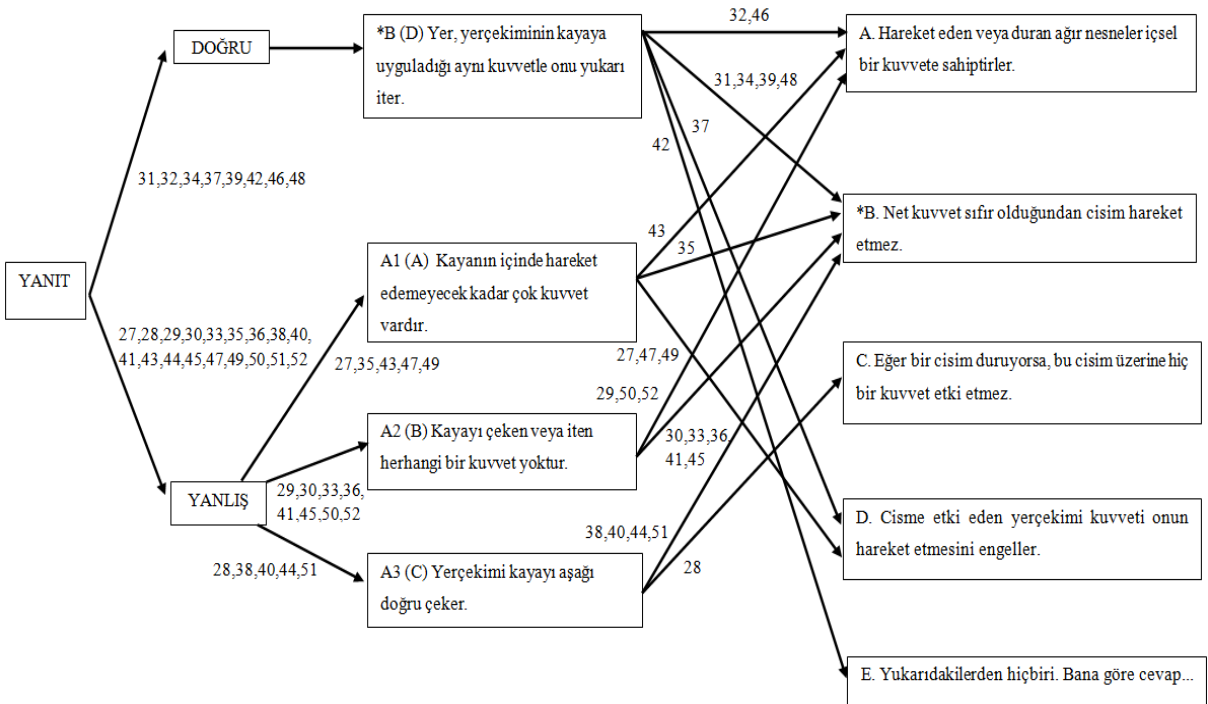
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



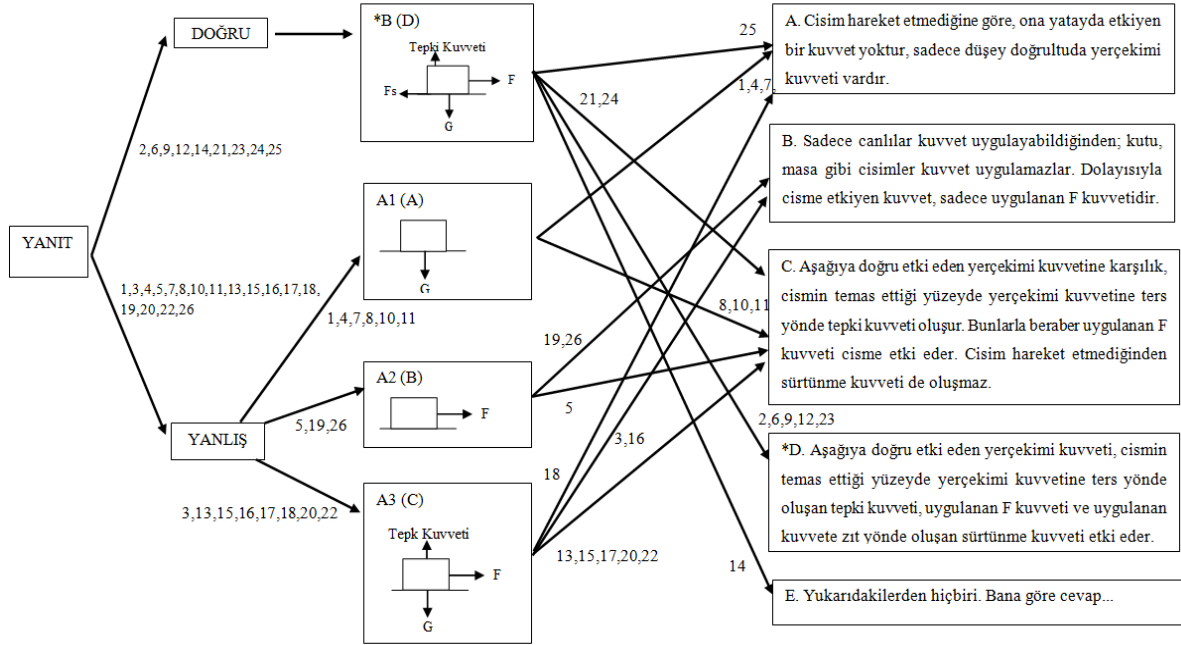
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



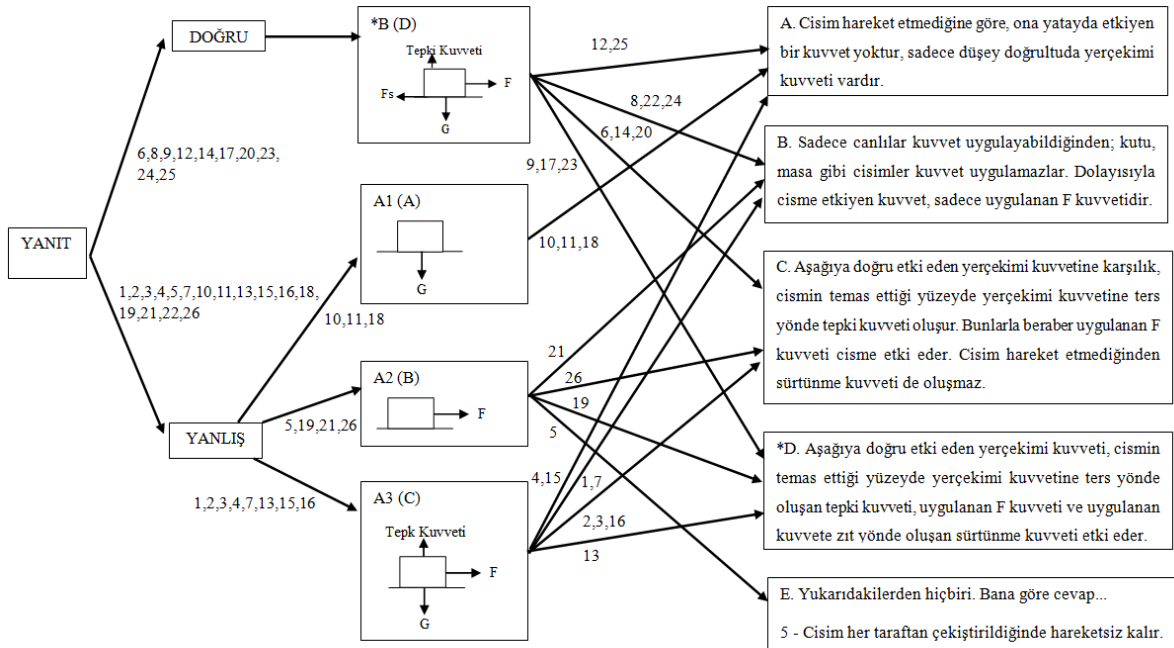
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



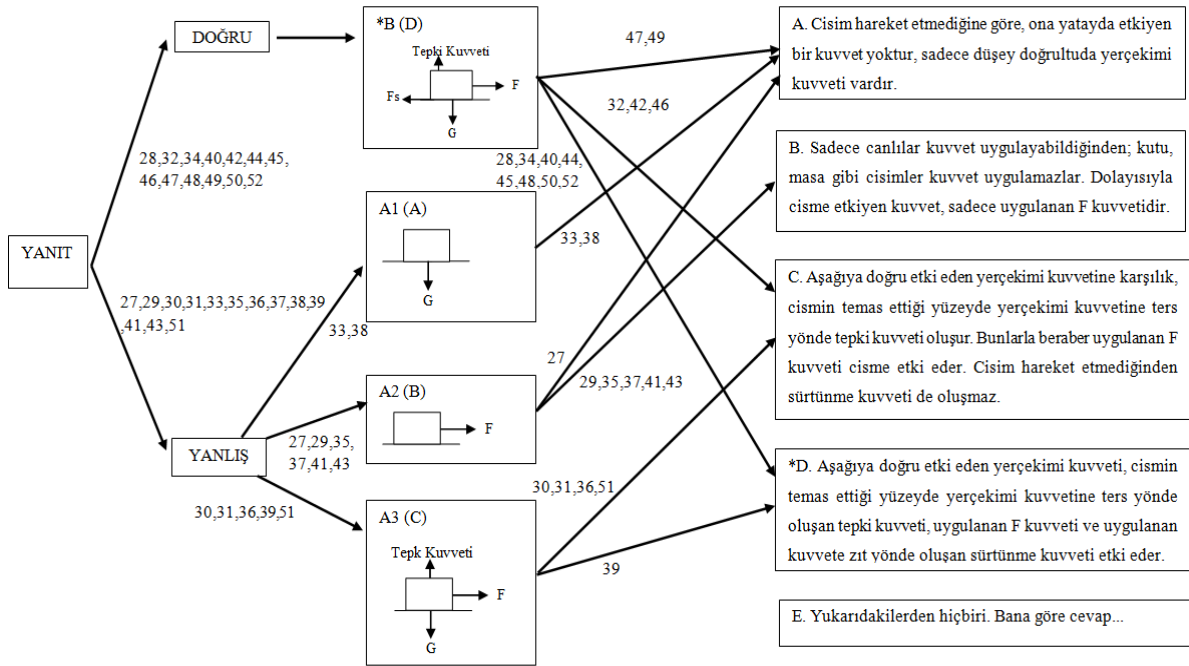
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



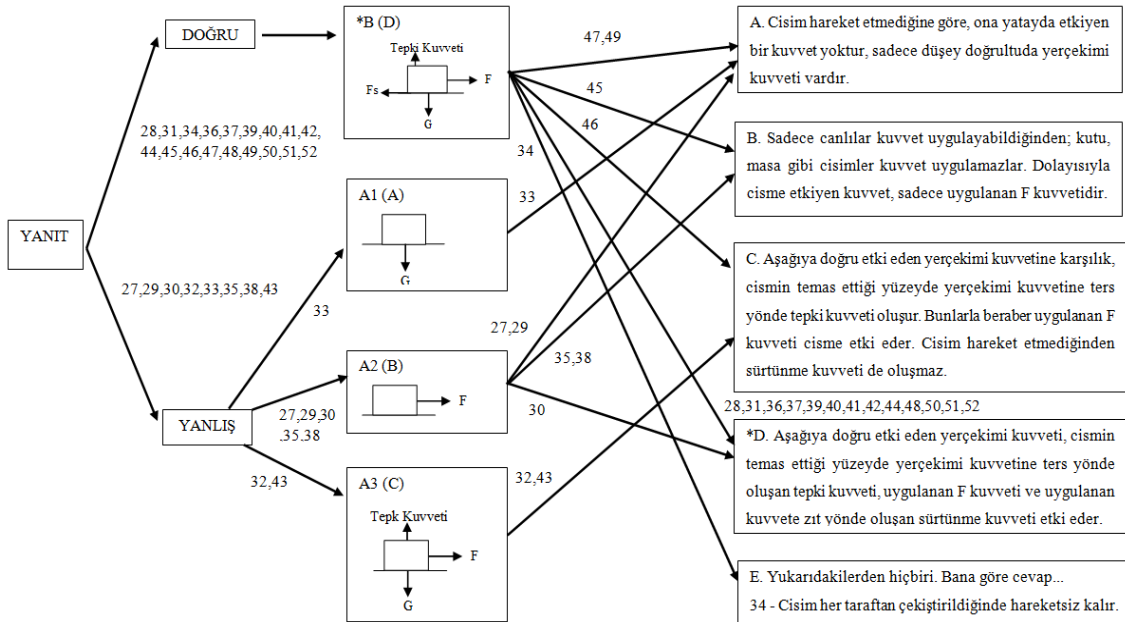
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



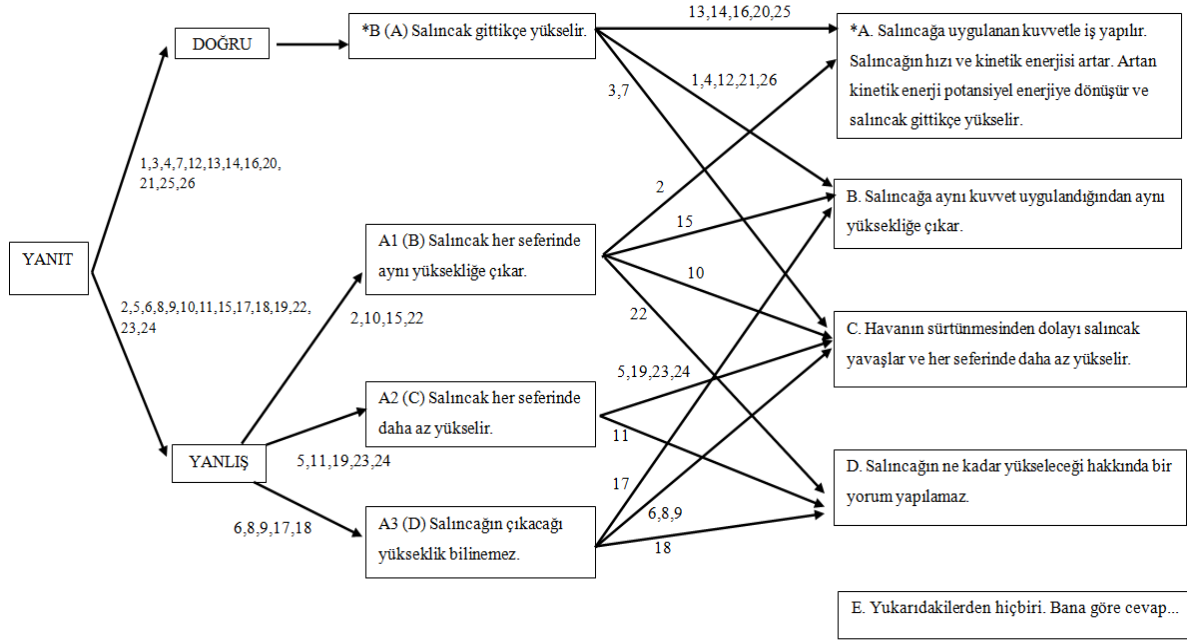
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



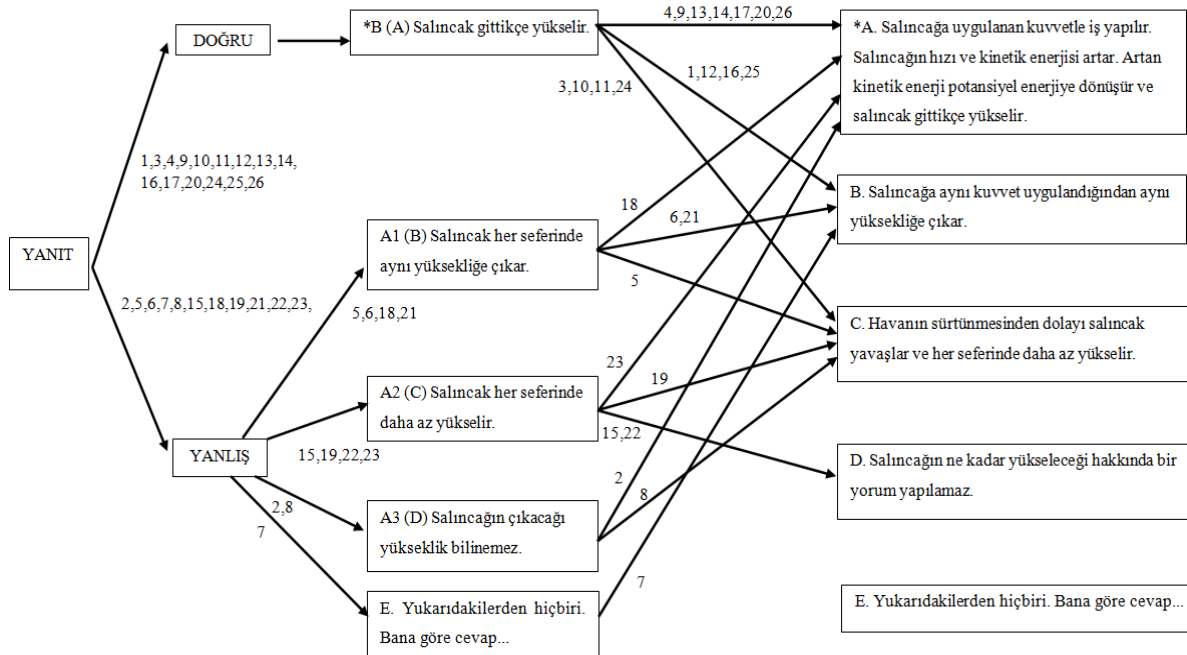
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Sekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



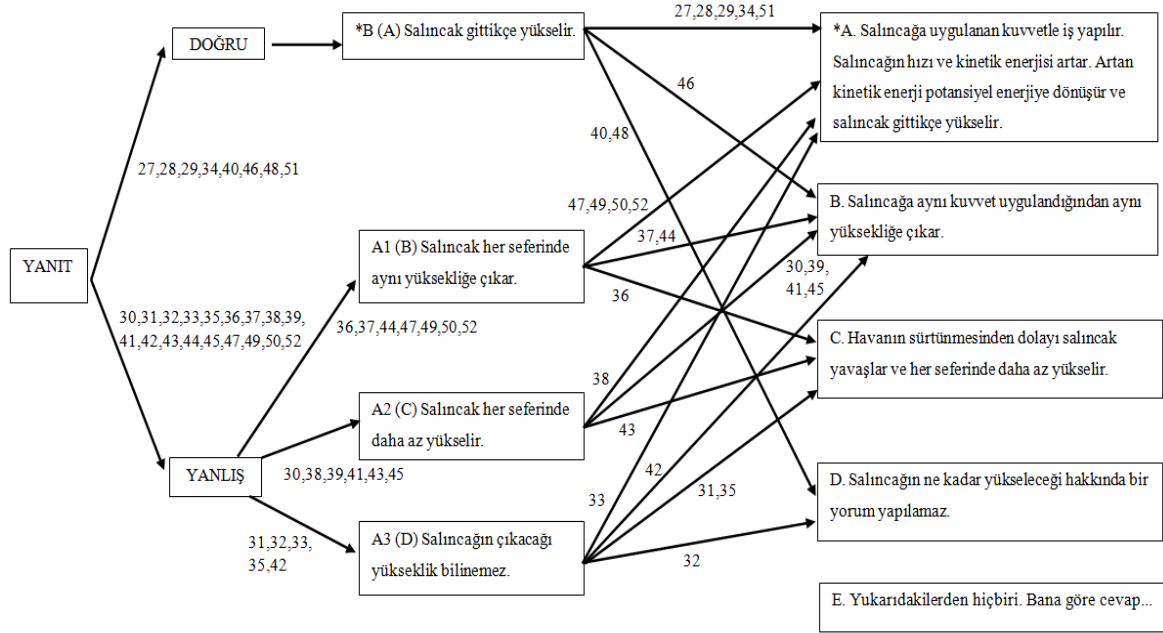
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar



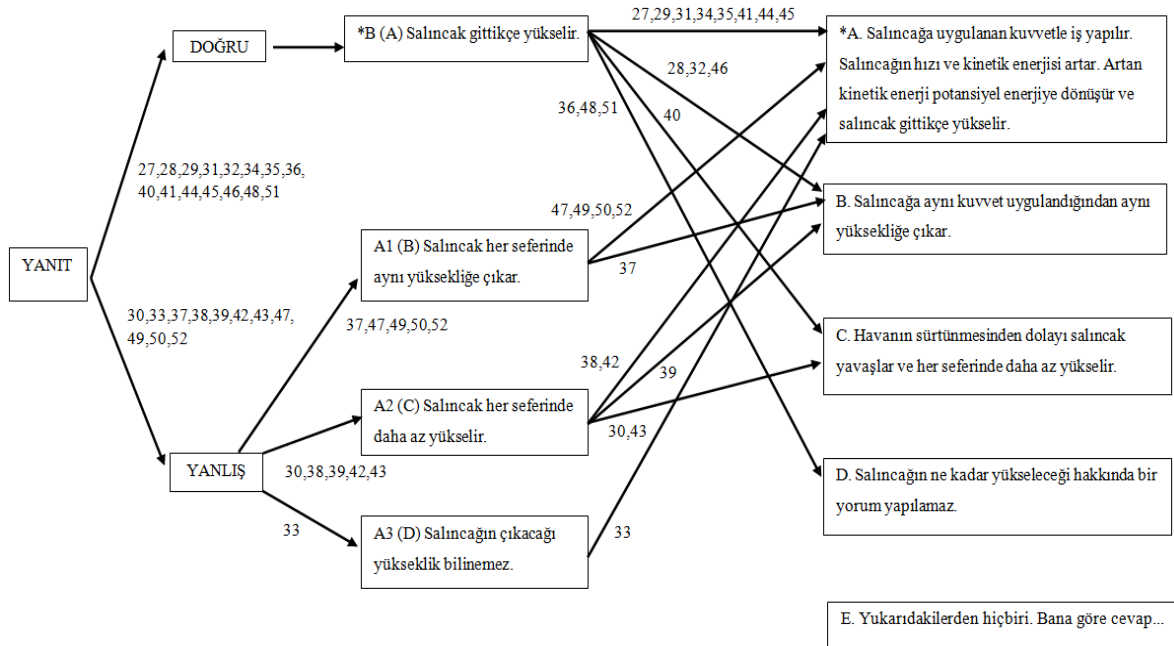
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar



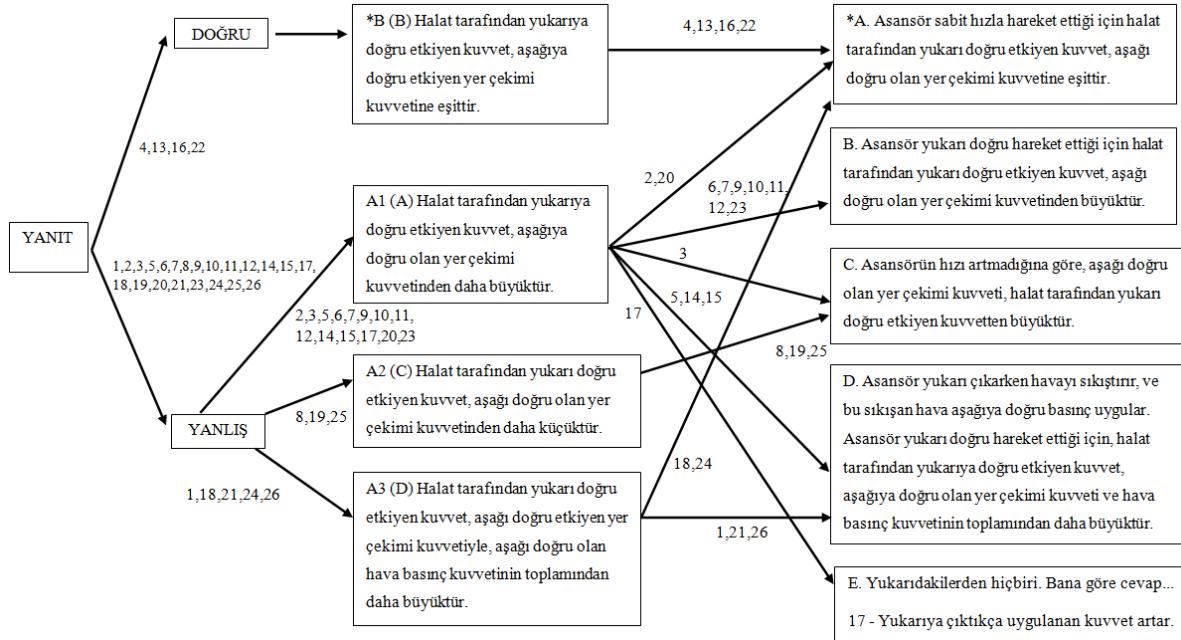
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar



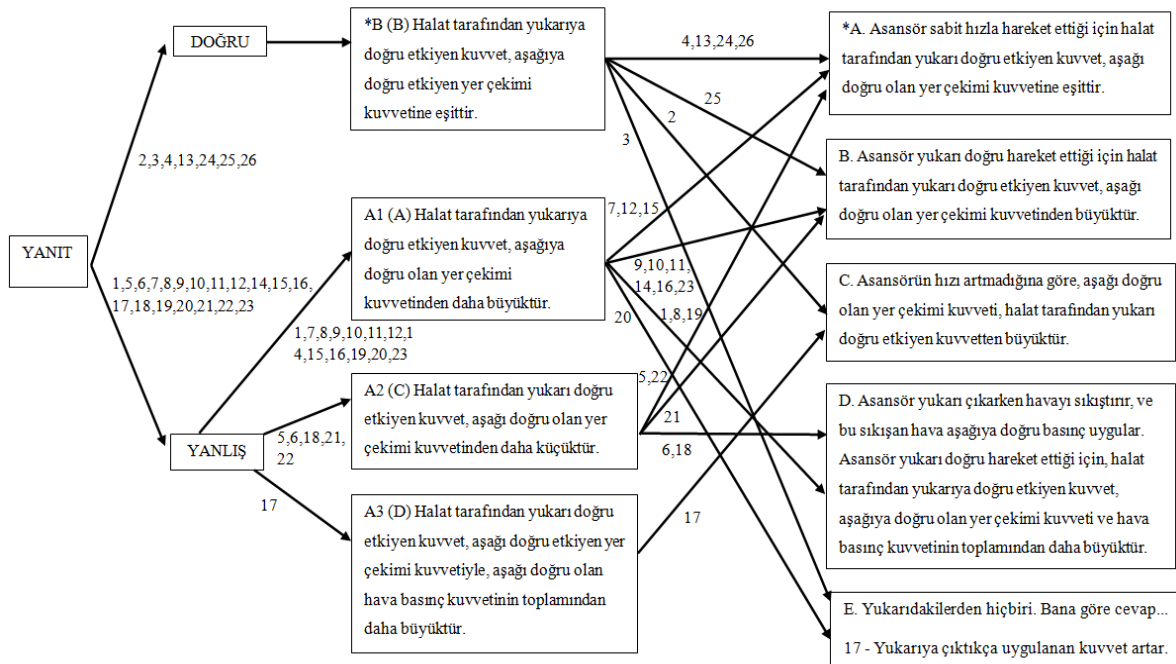
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Dokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar

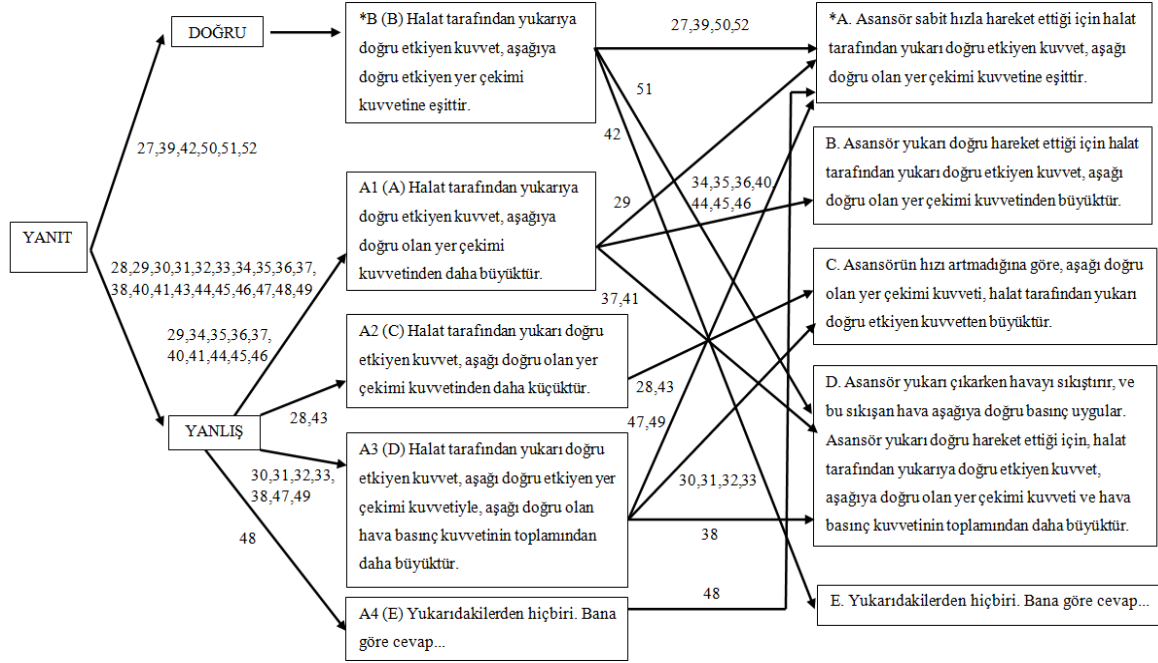


## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar

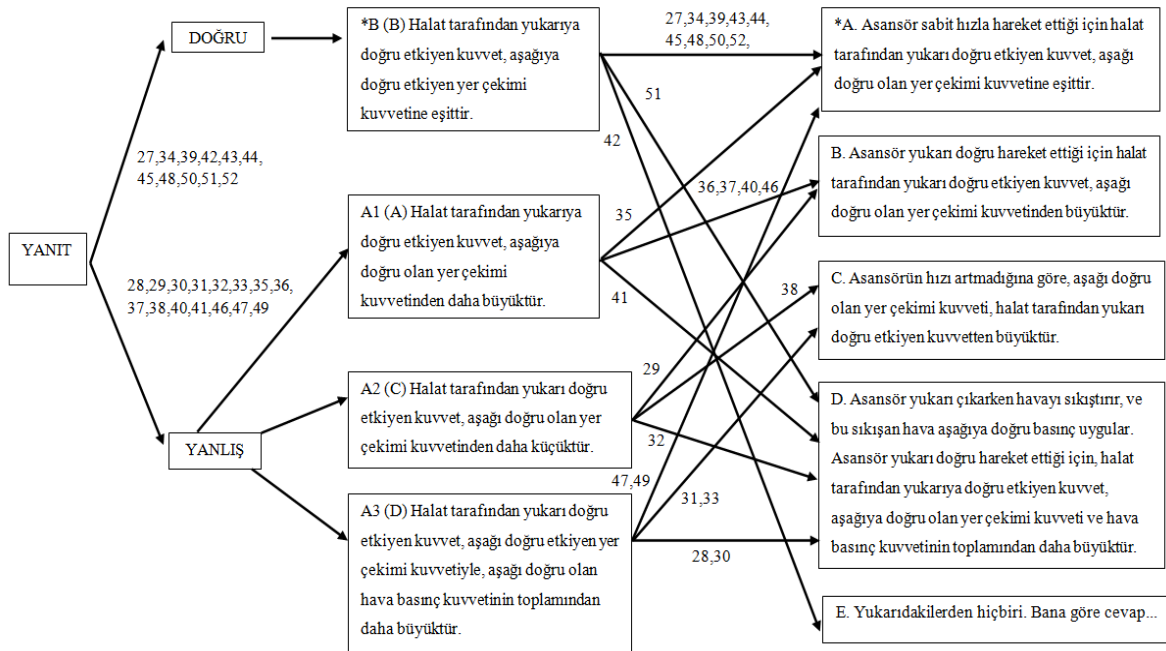




## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar

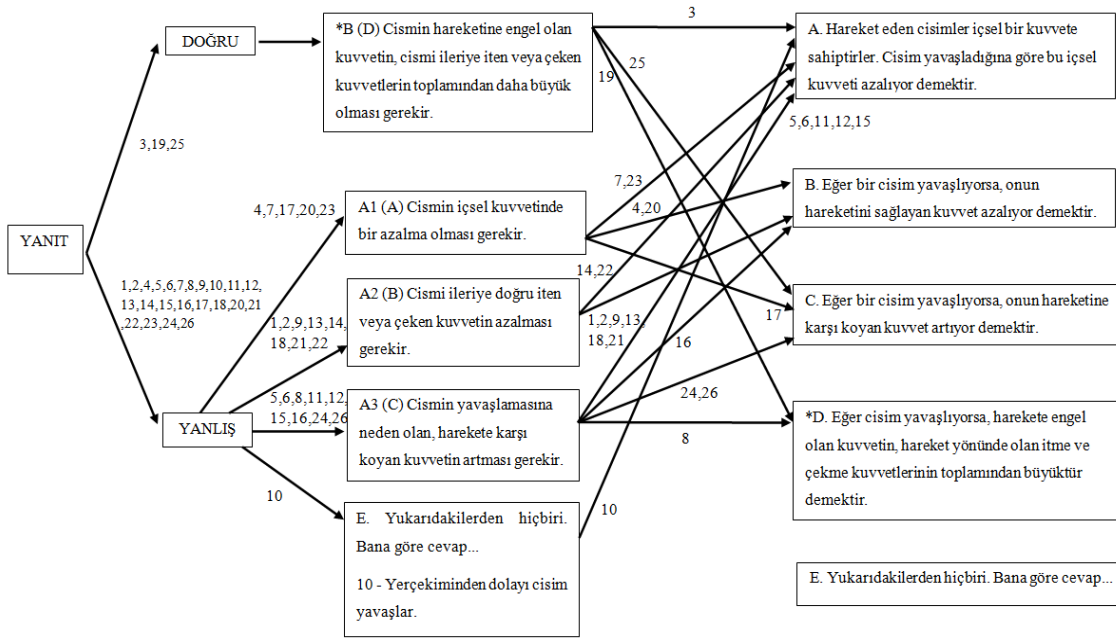


## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar

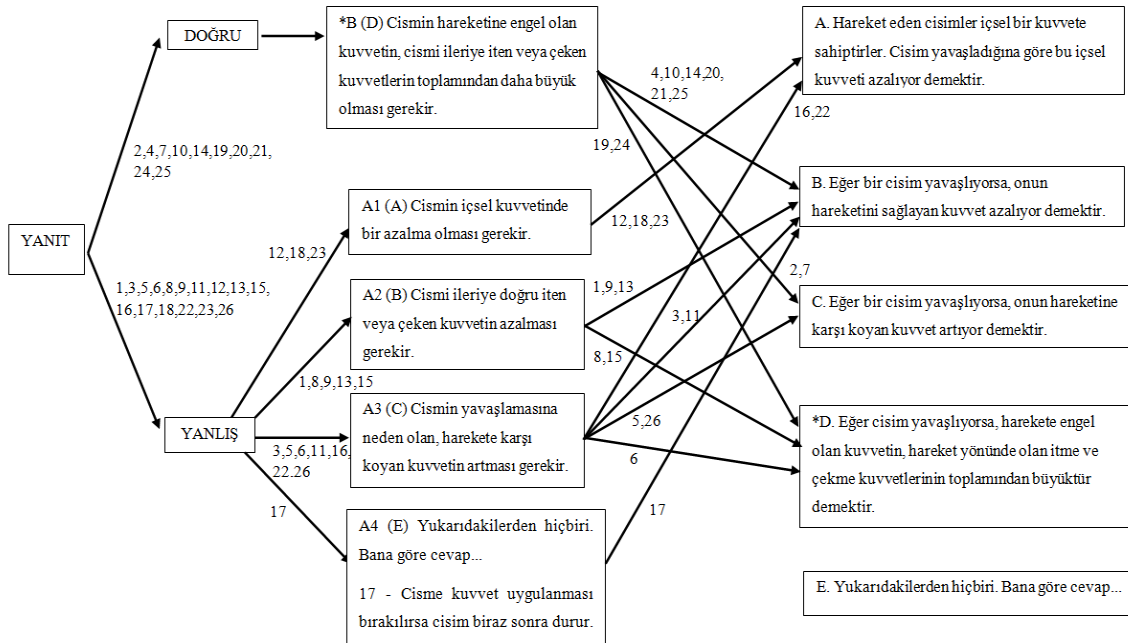




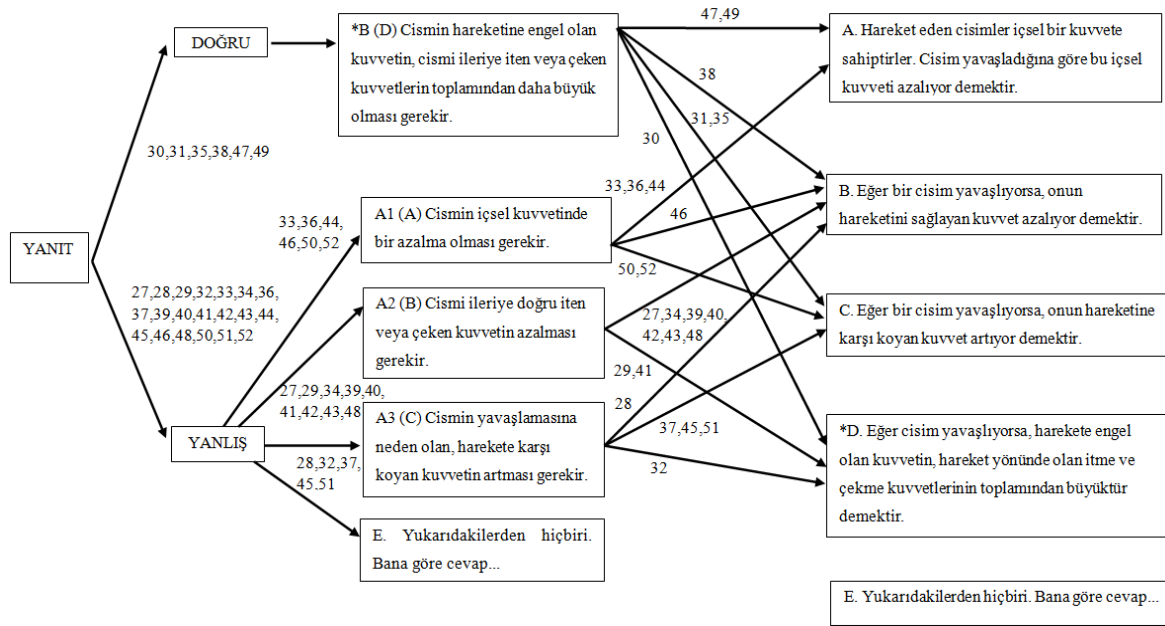
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onbirinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



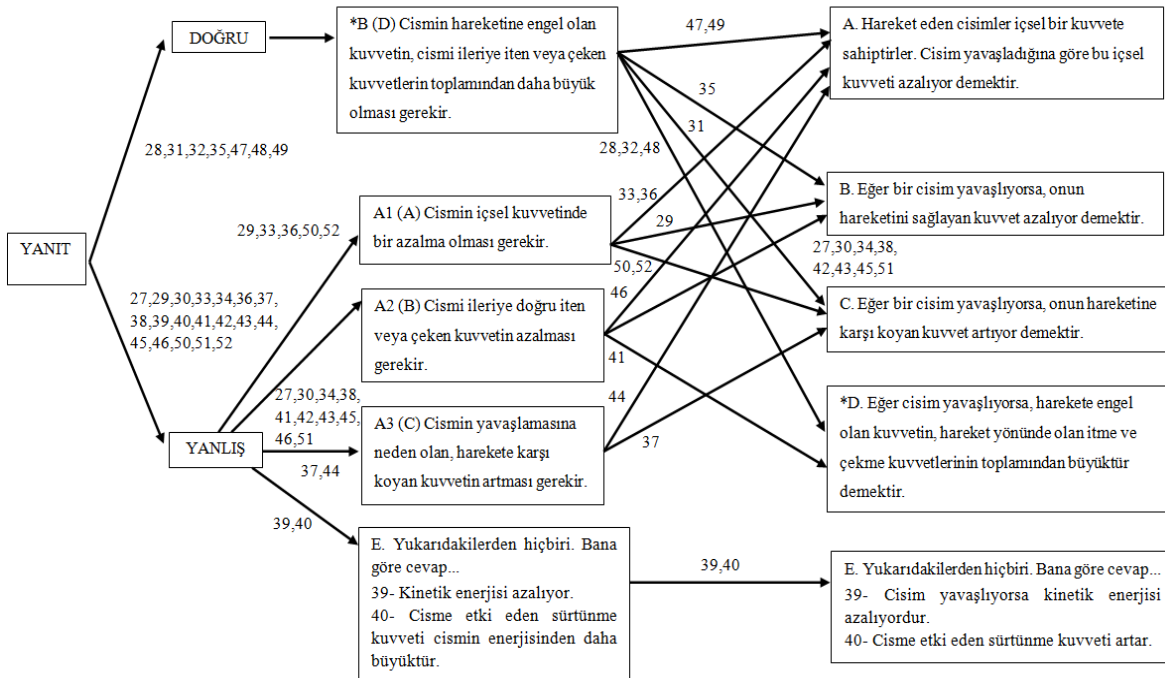
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onbirinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



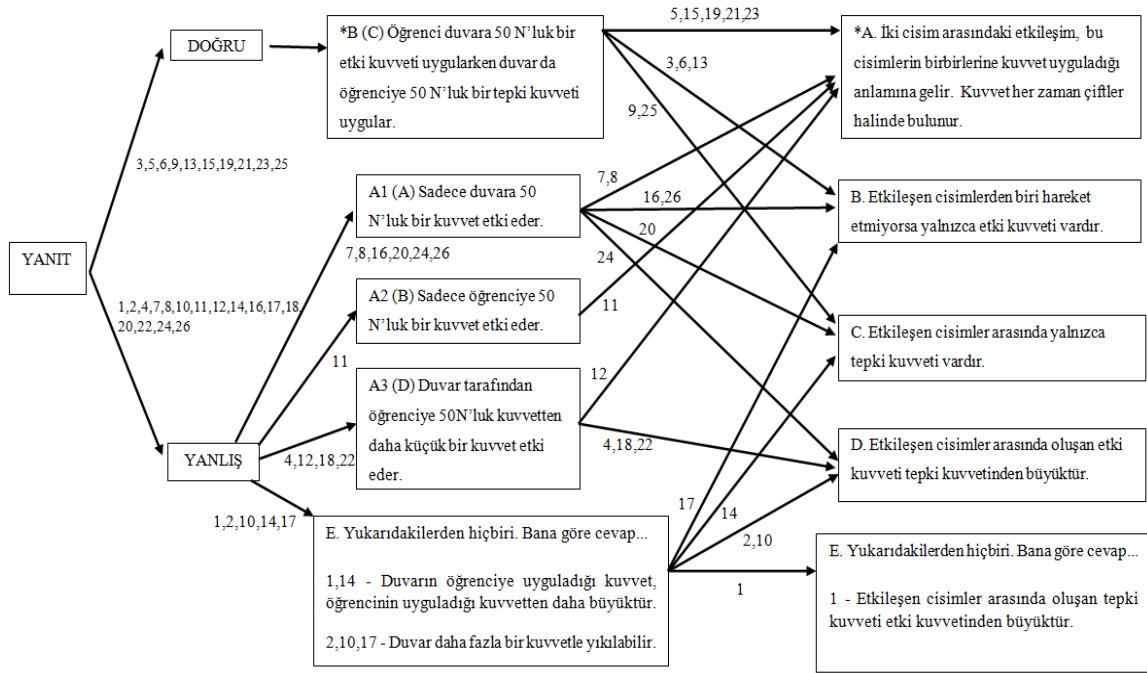
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onbirinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



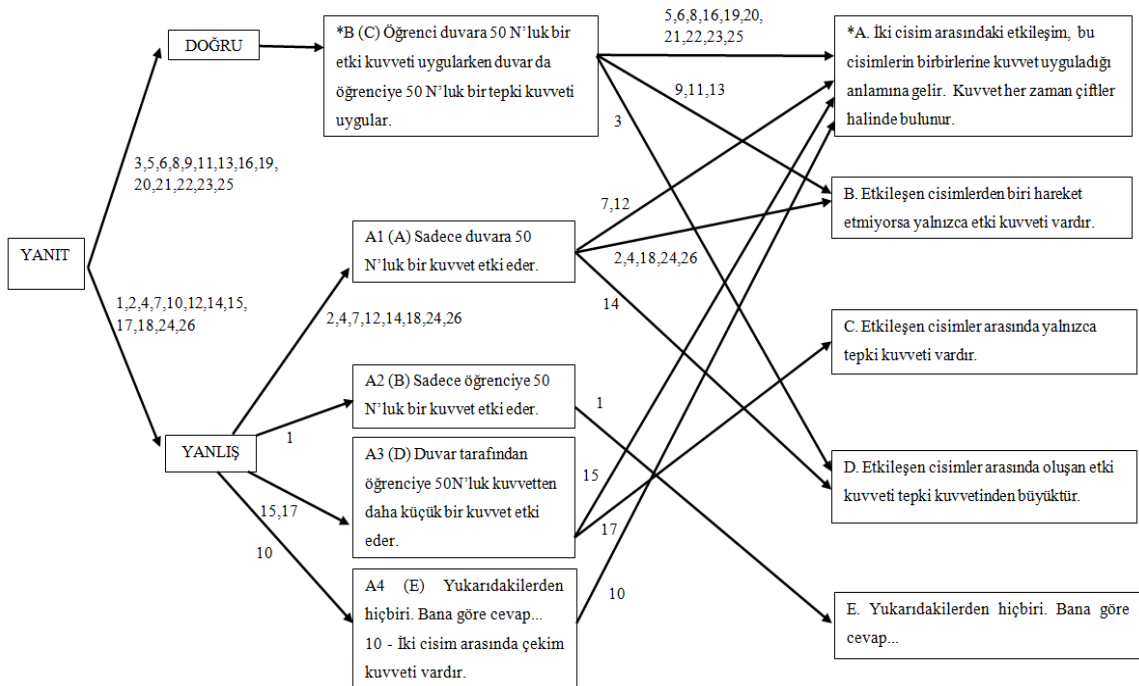
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onbirinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



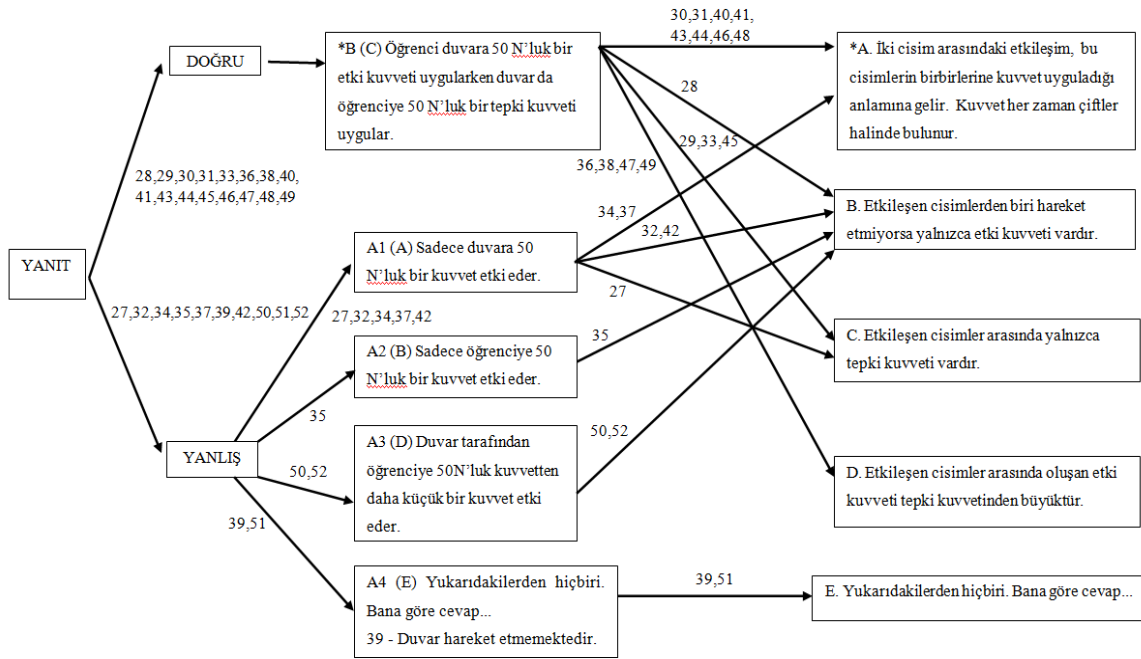
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



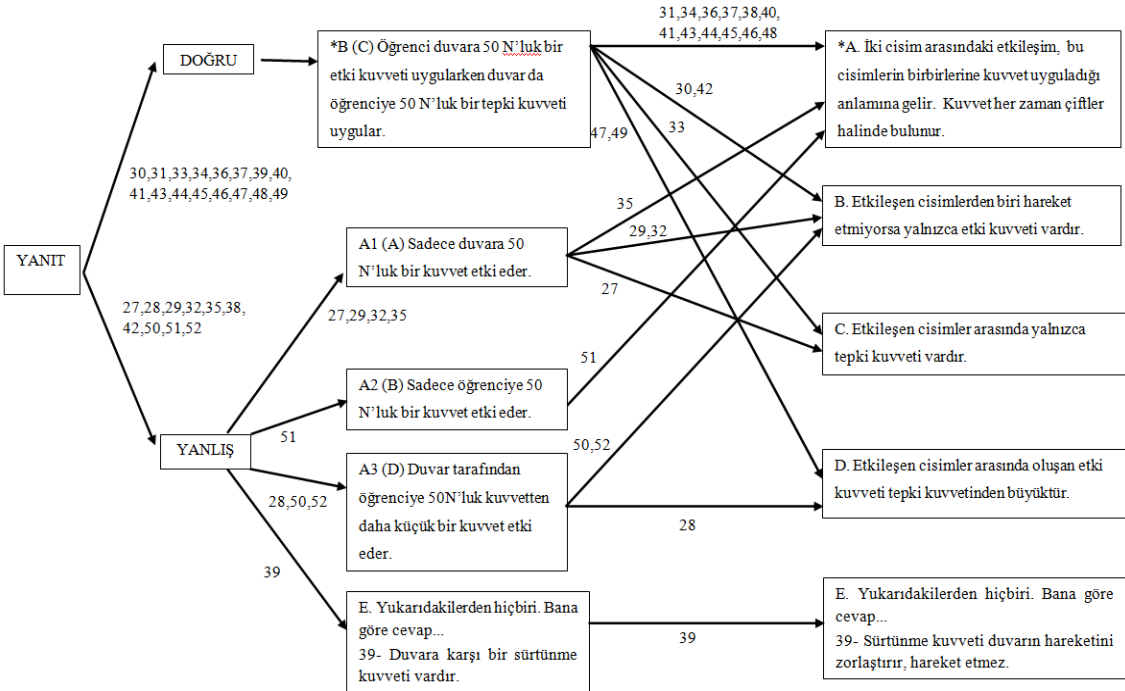
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



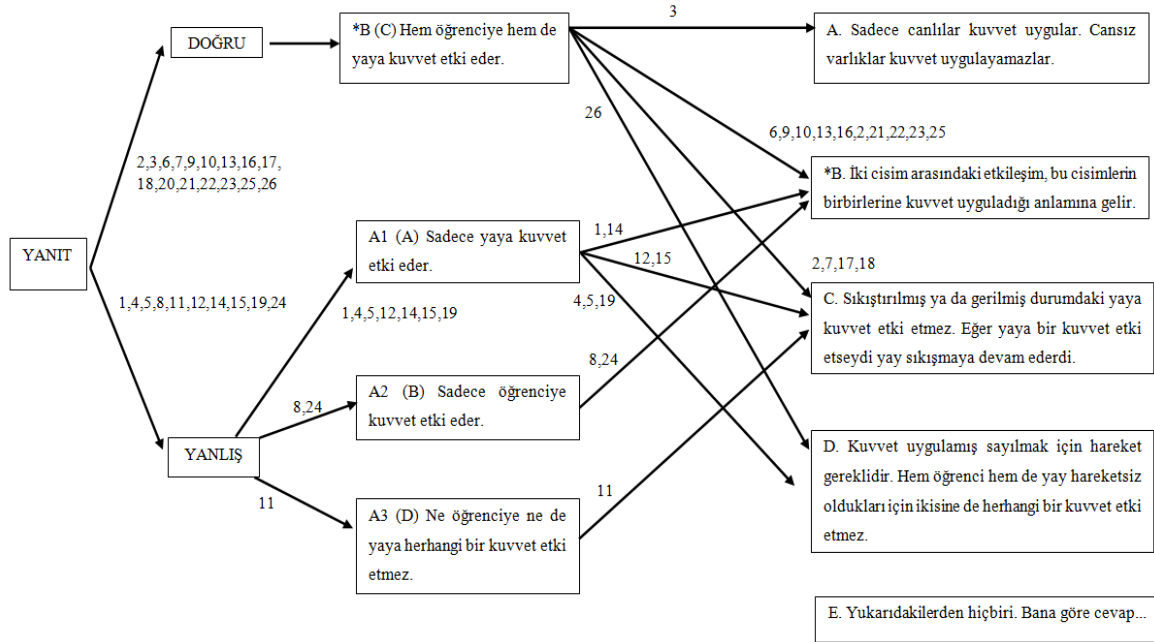
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



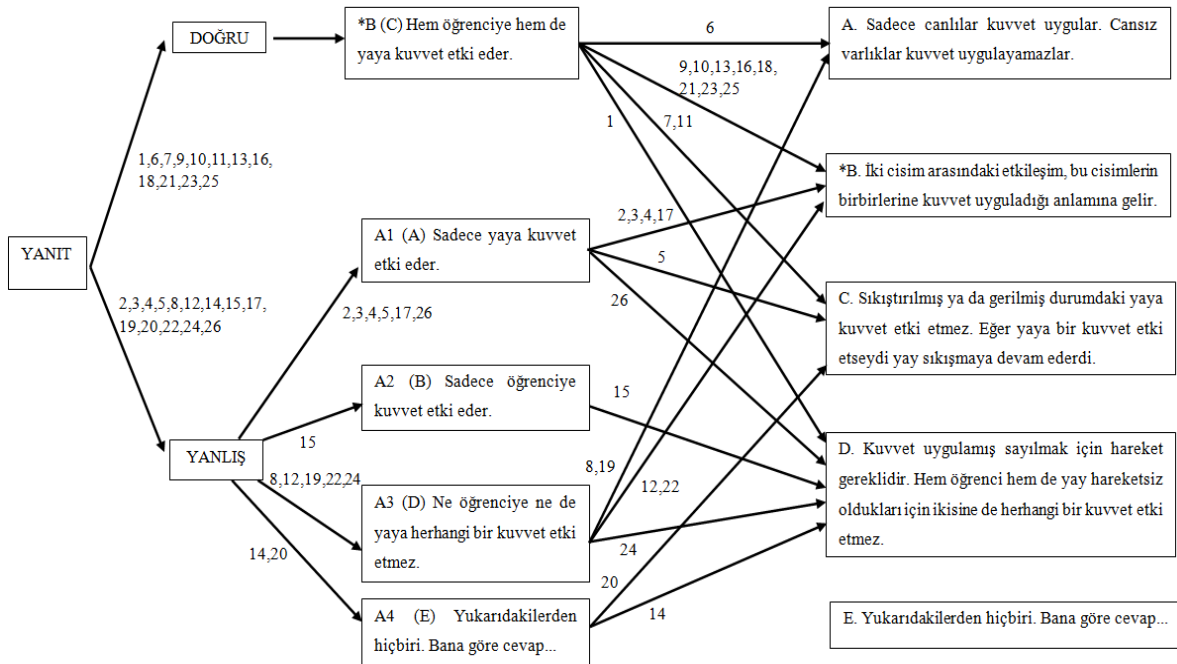
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



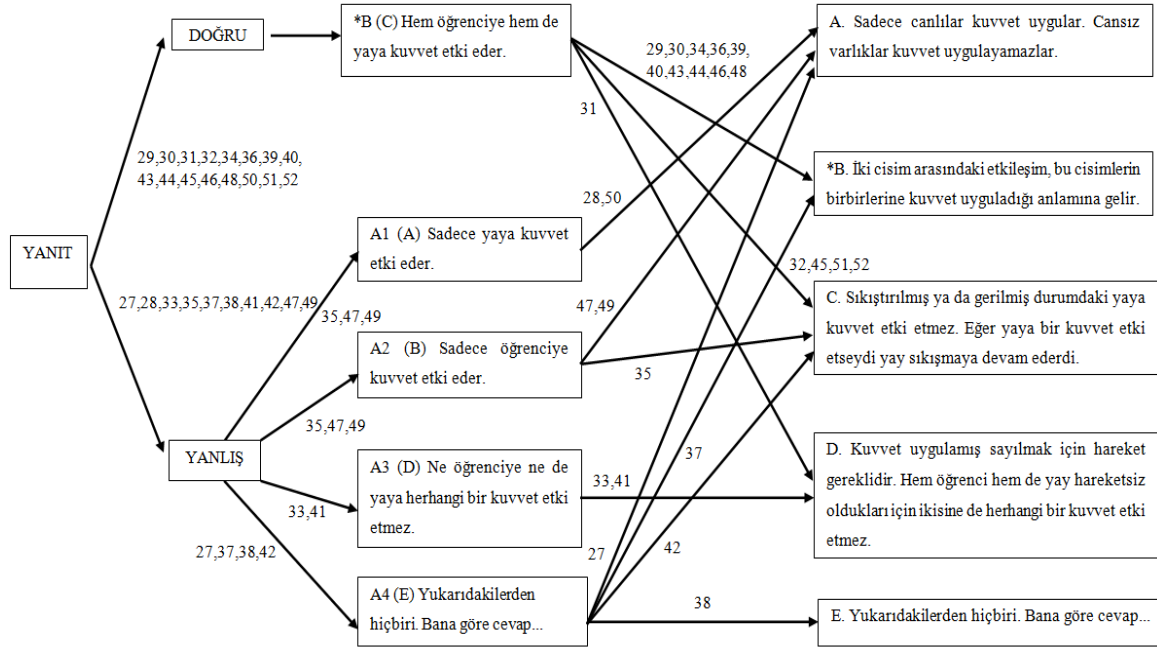
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



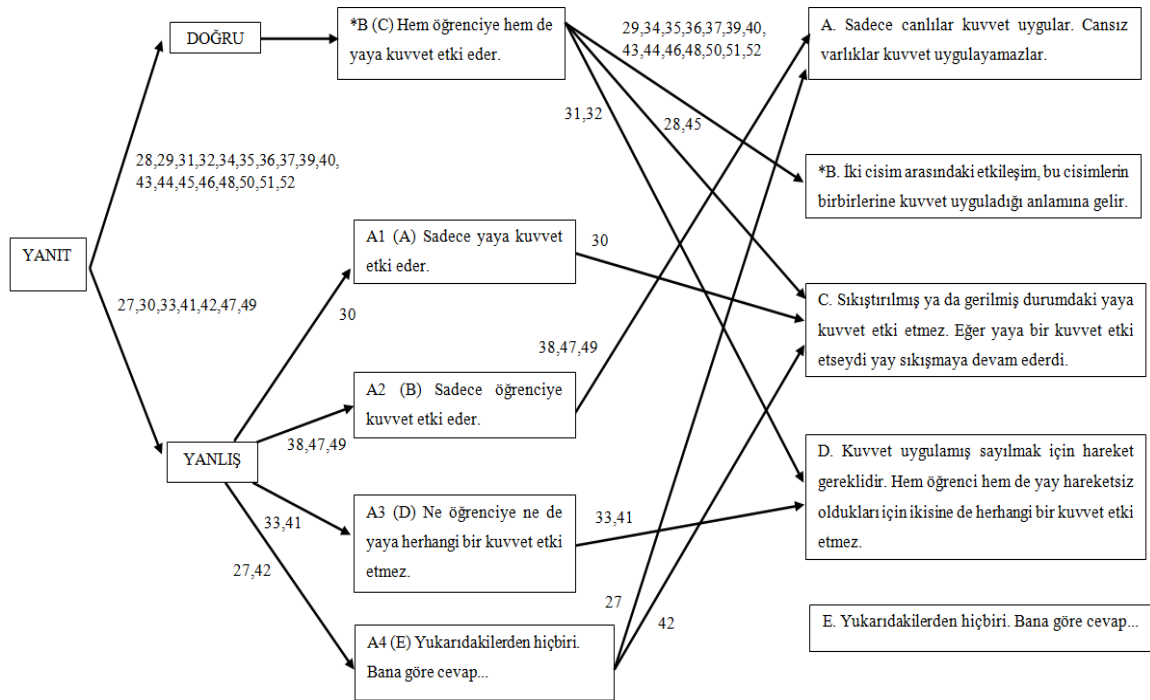
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



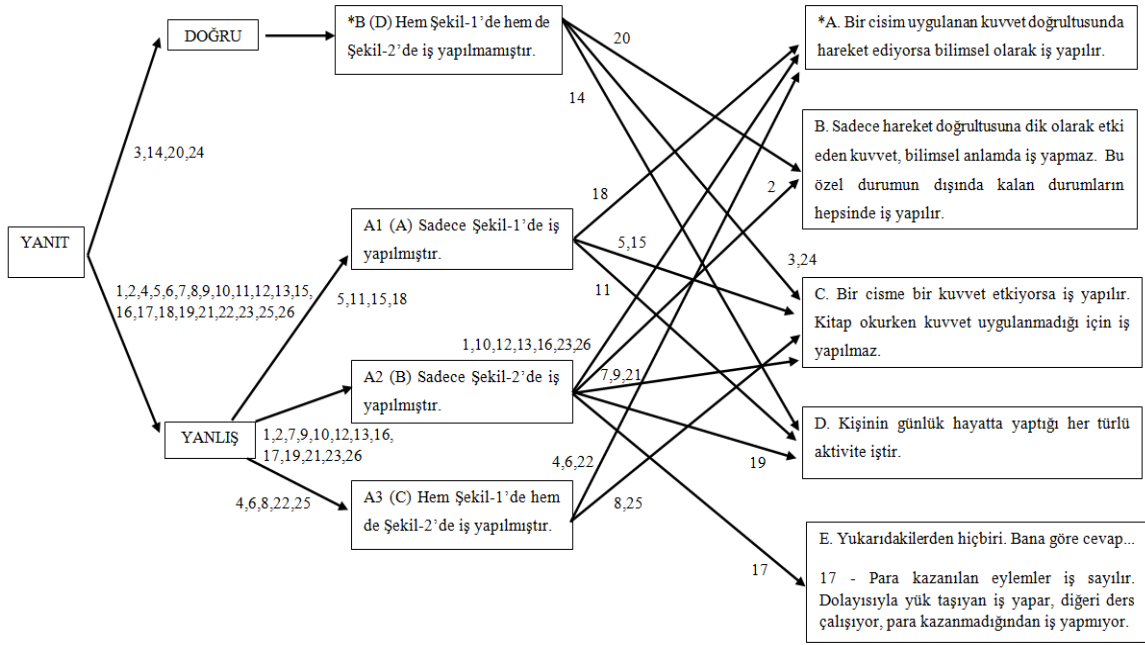
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



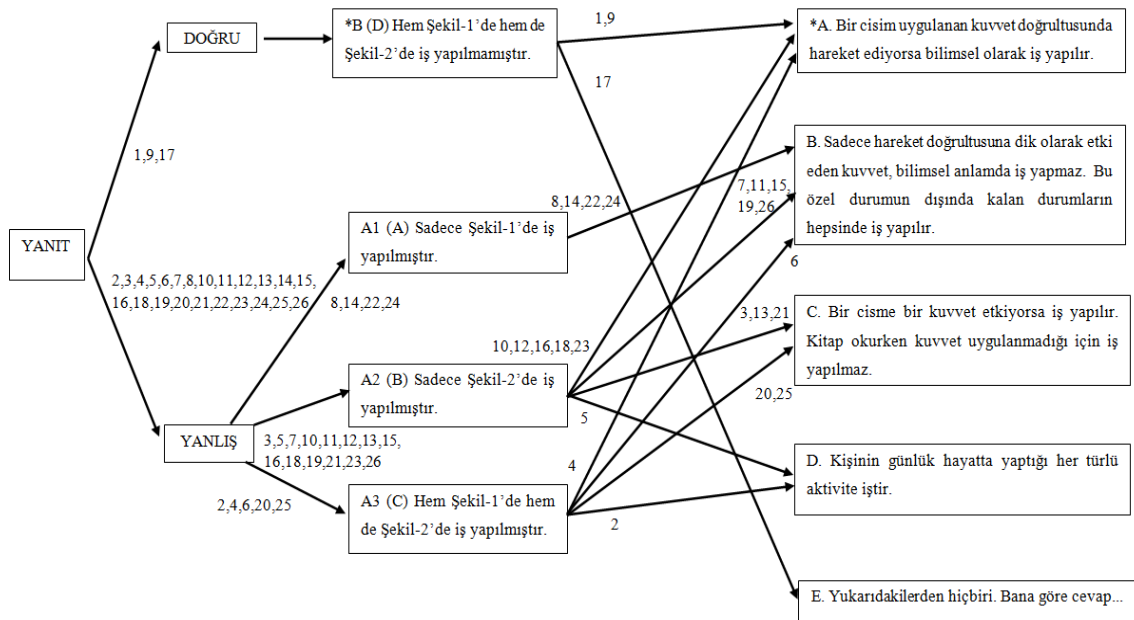
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Ondördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar

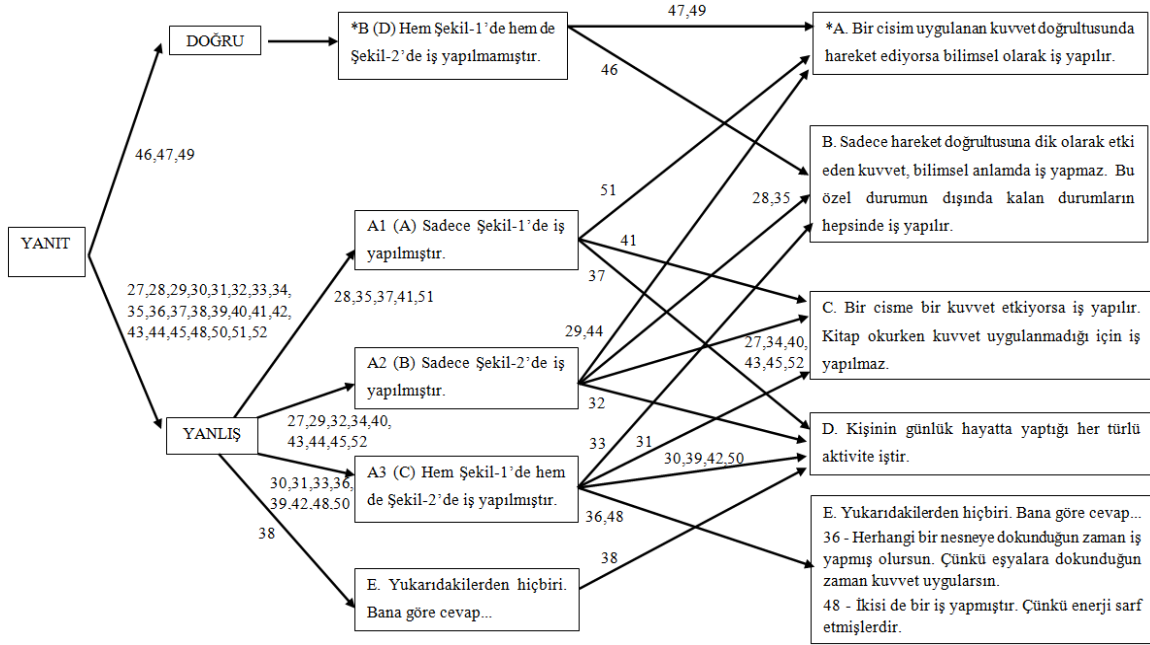


## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Ondördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar

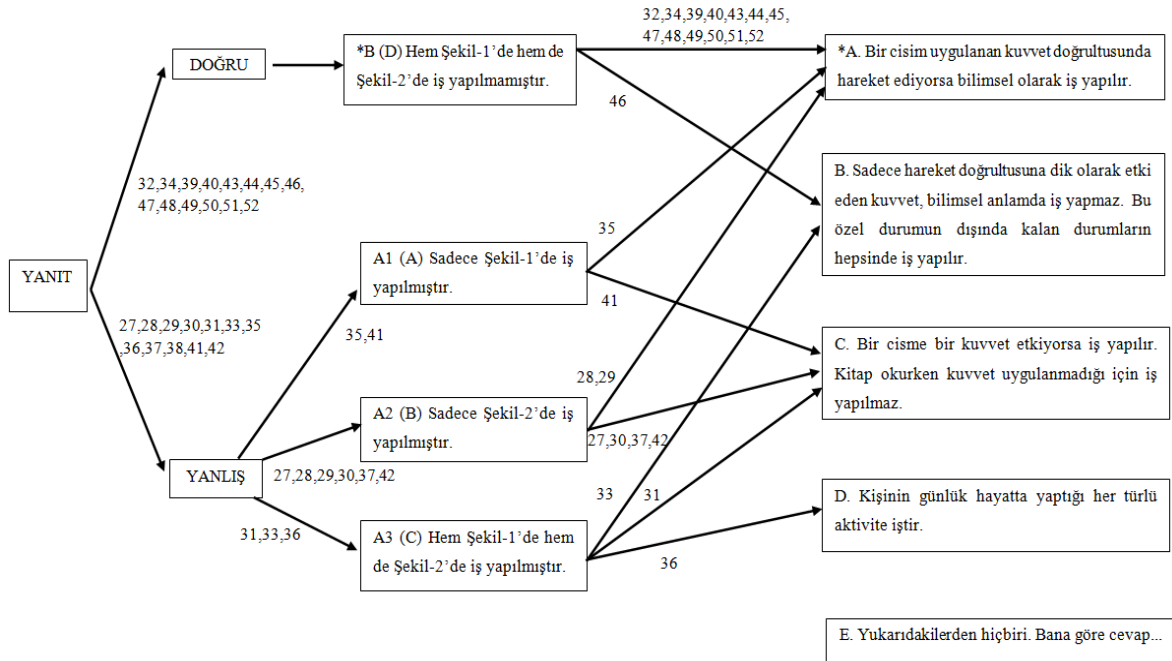




## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Öndördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar

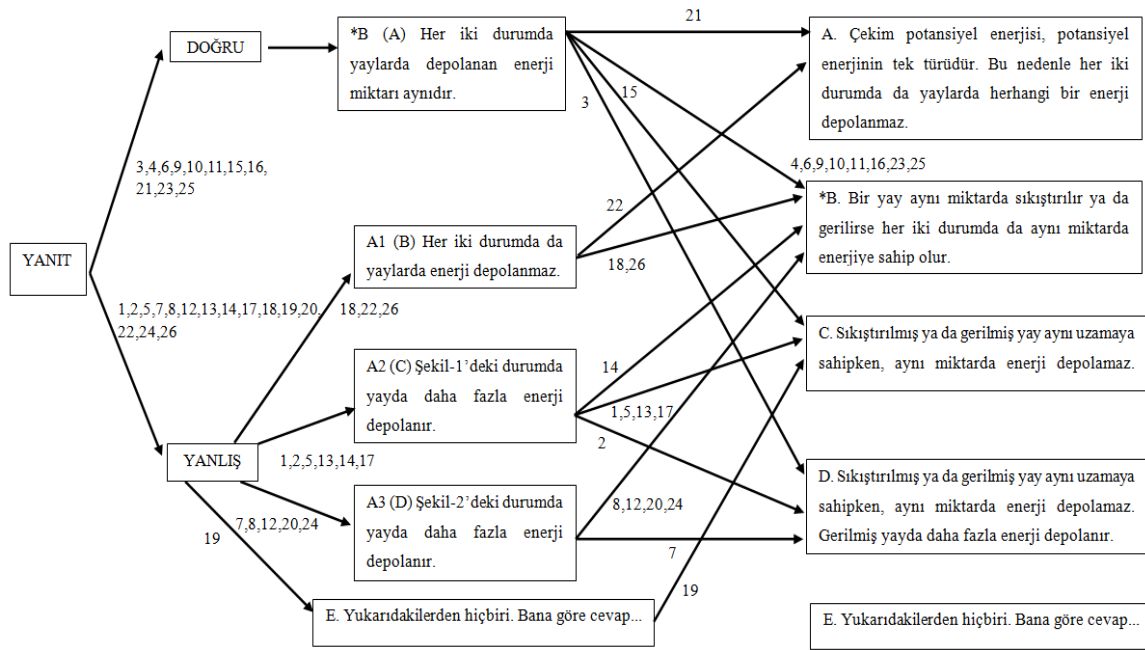


## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Öndördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar

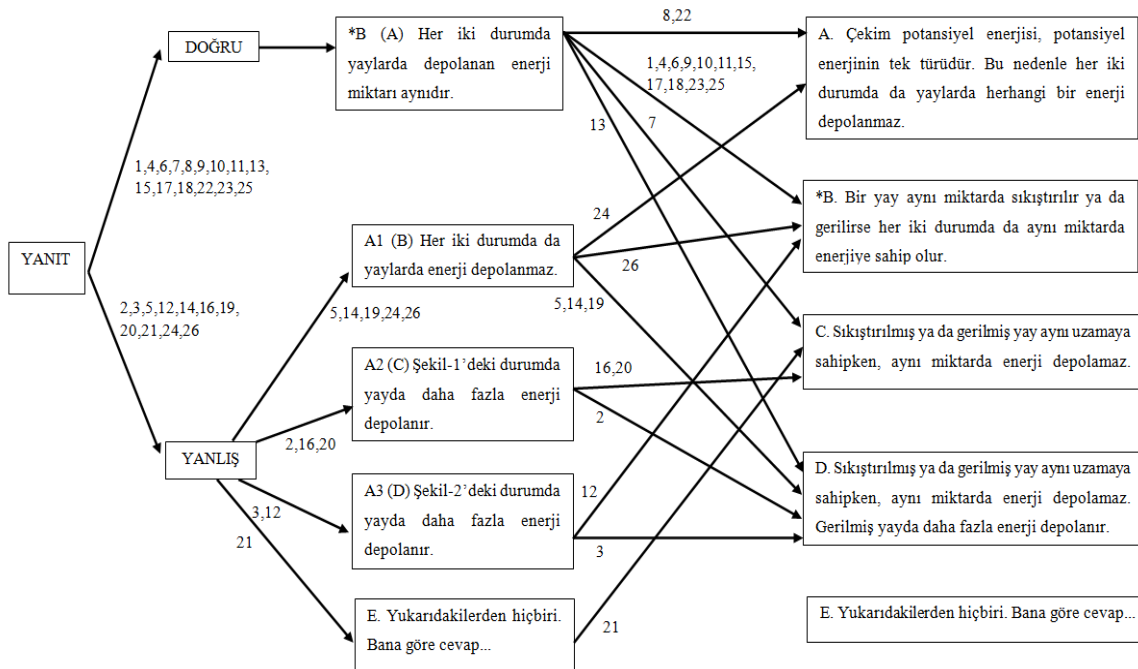




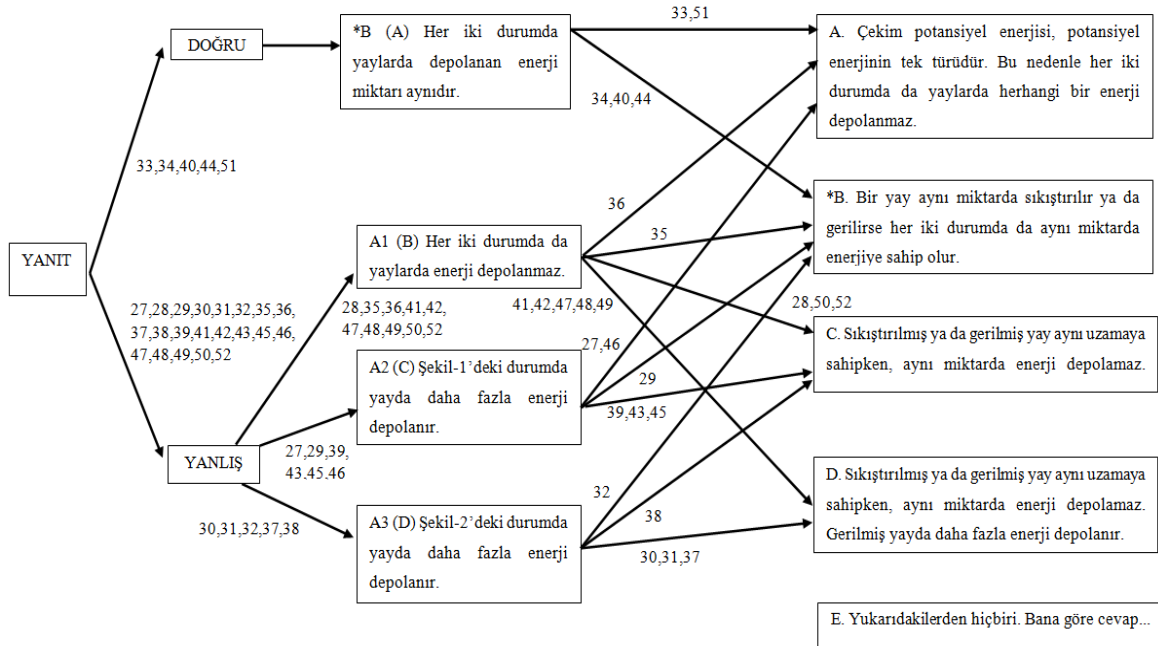
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onbeşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



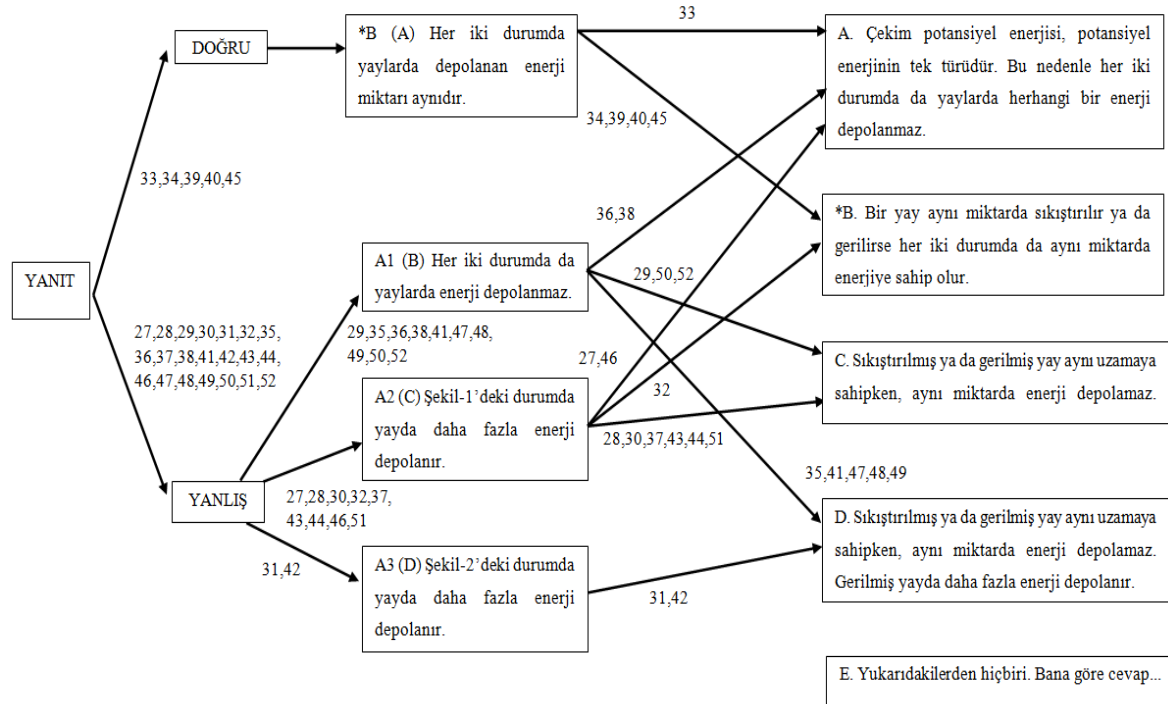
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onbeşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



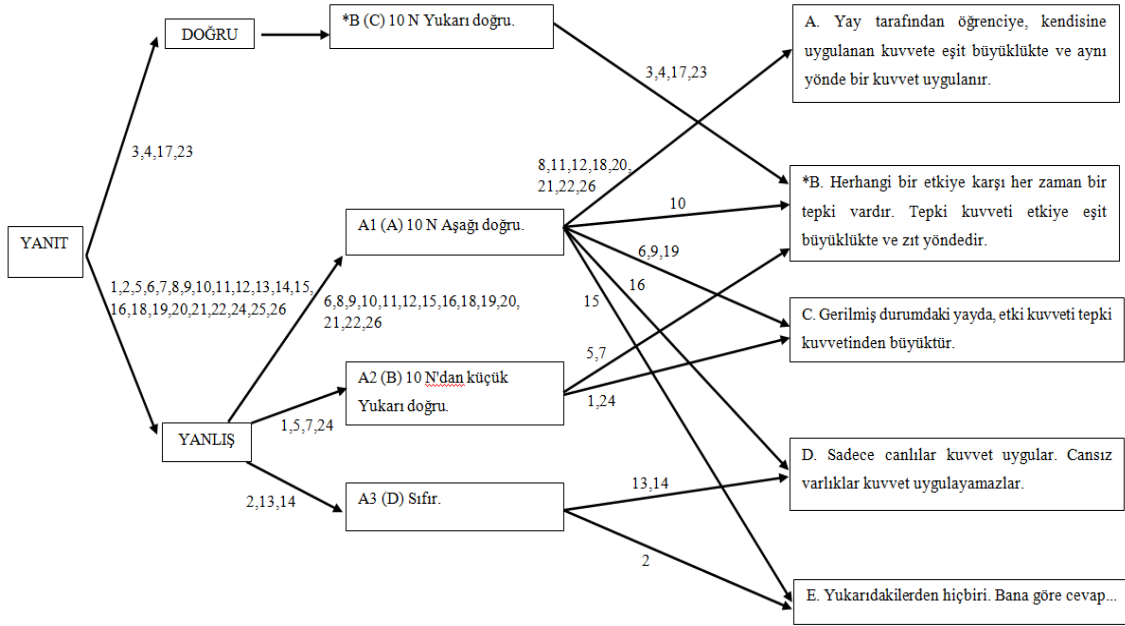
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onbeşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



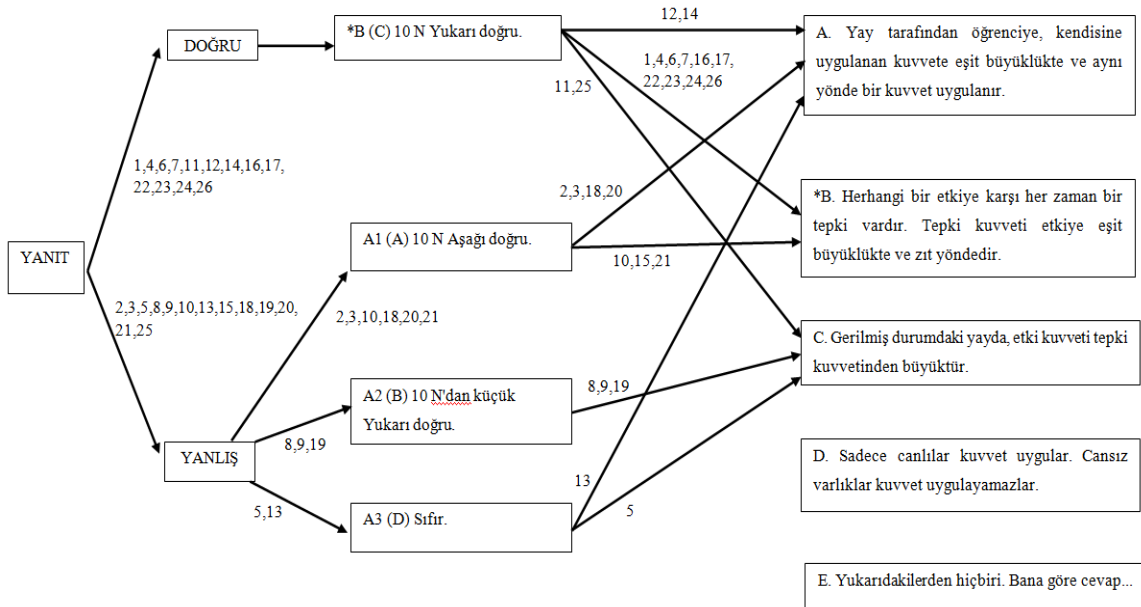
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onbeşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



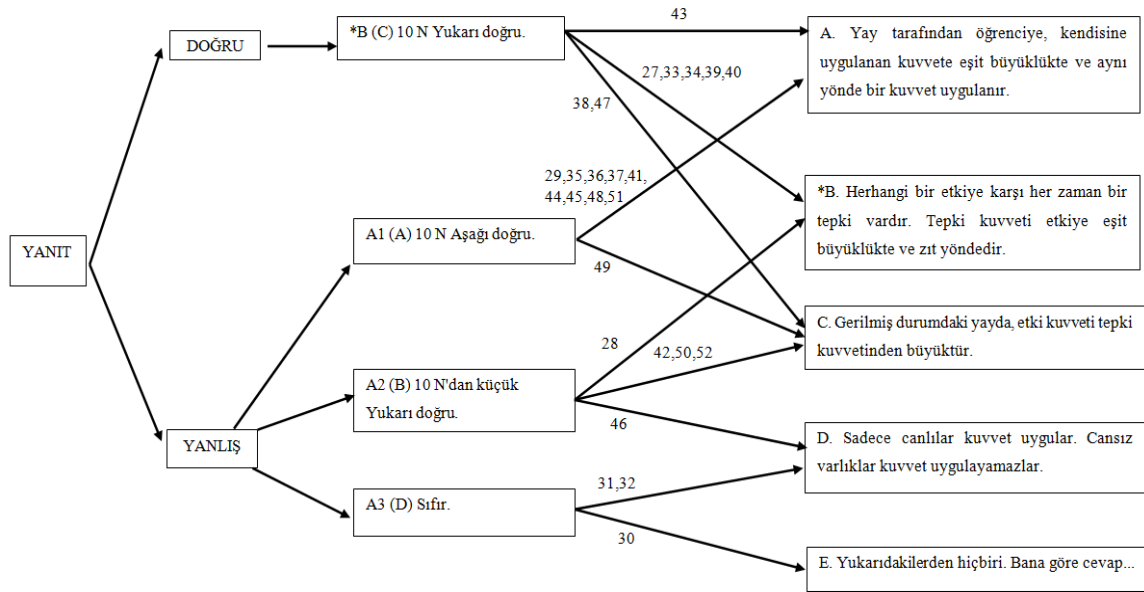
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onaltıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar



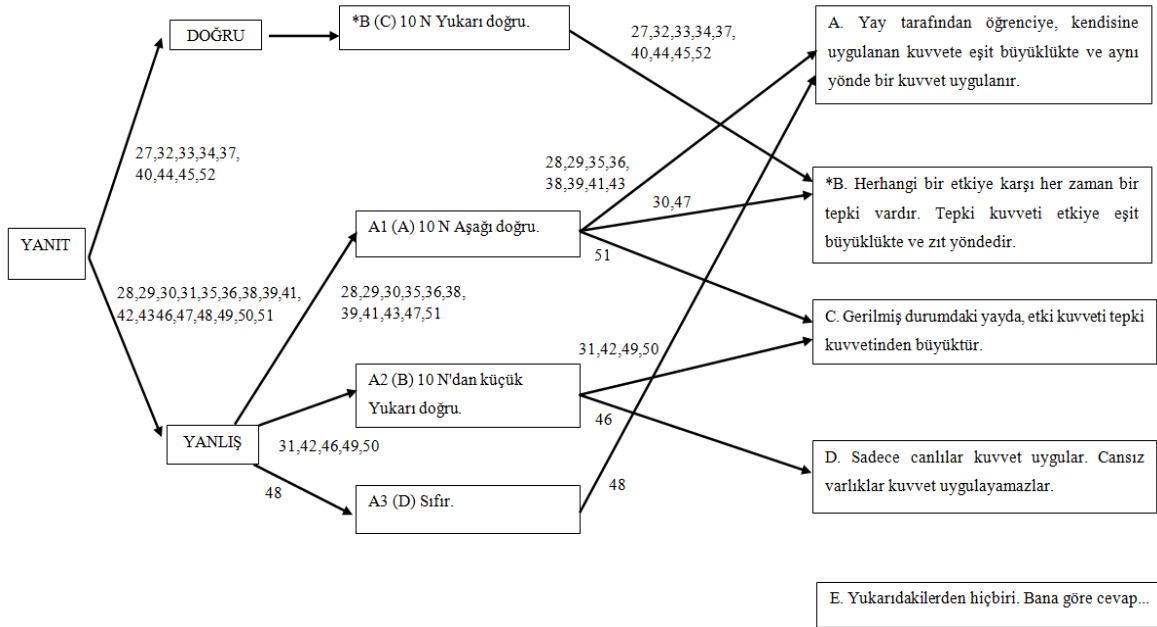
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onaltıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar



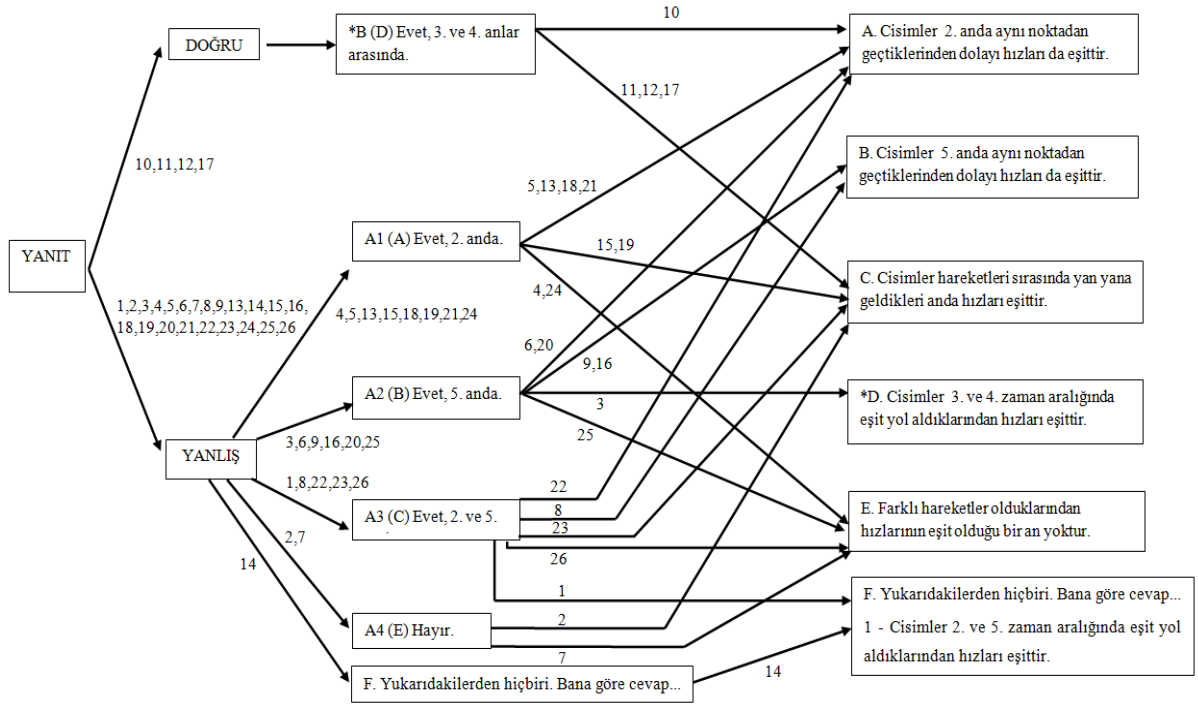
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onaltıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar



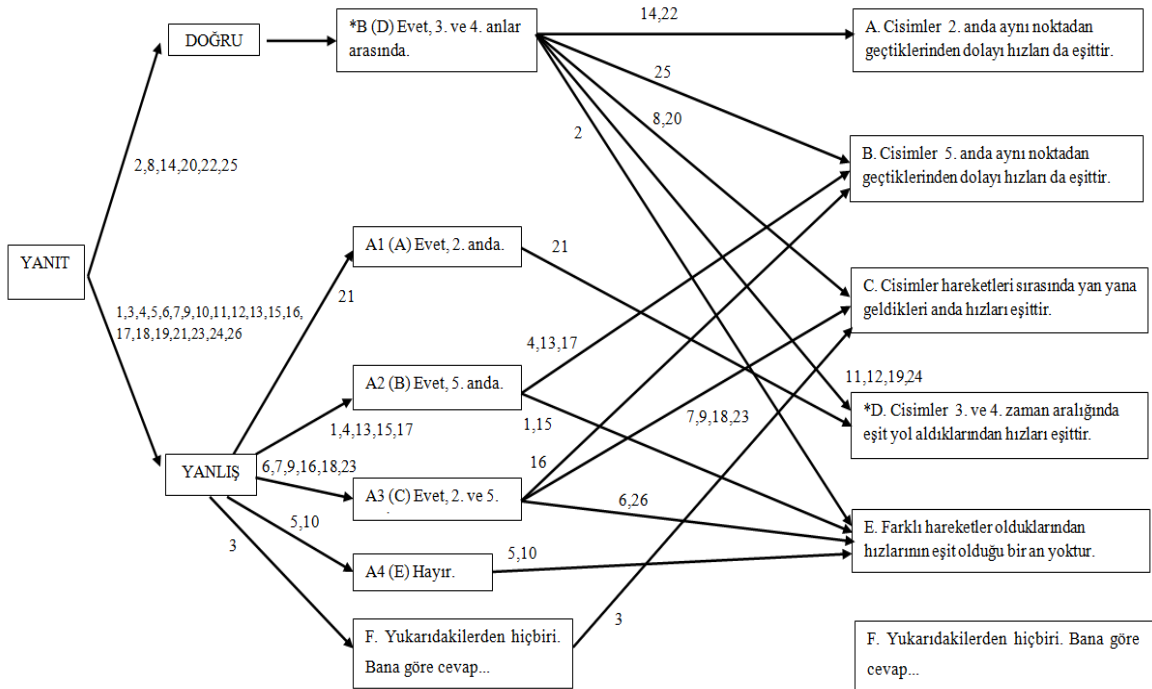
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onaltıncı Sorusuna Verdikleri Cevaplar



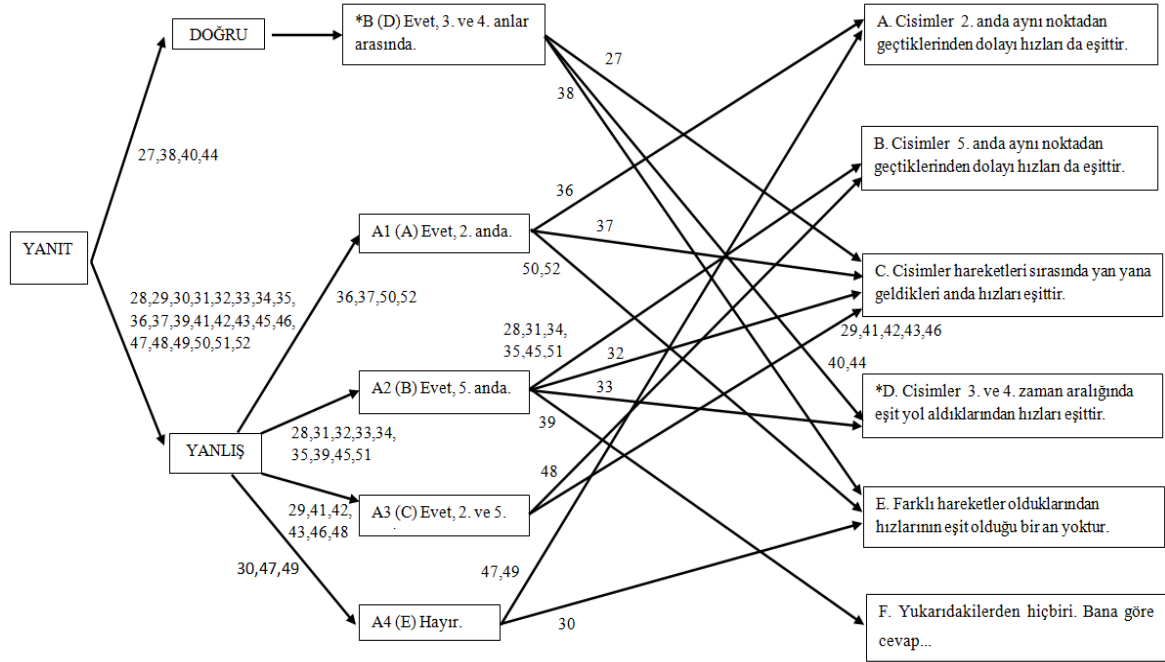
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onyedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



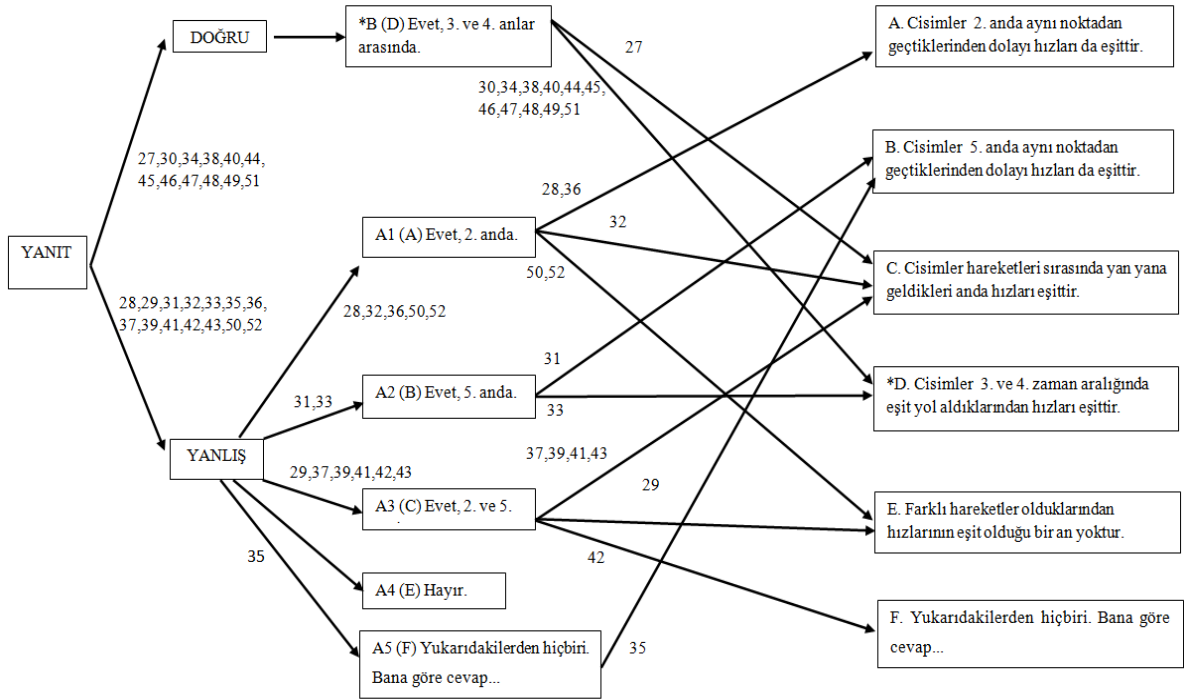
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onyedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



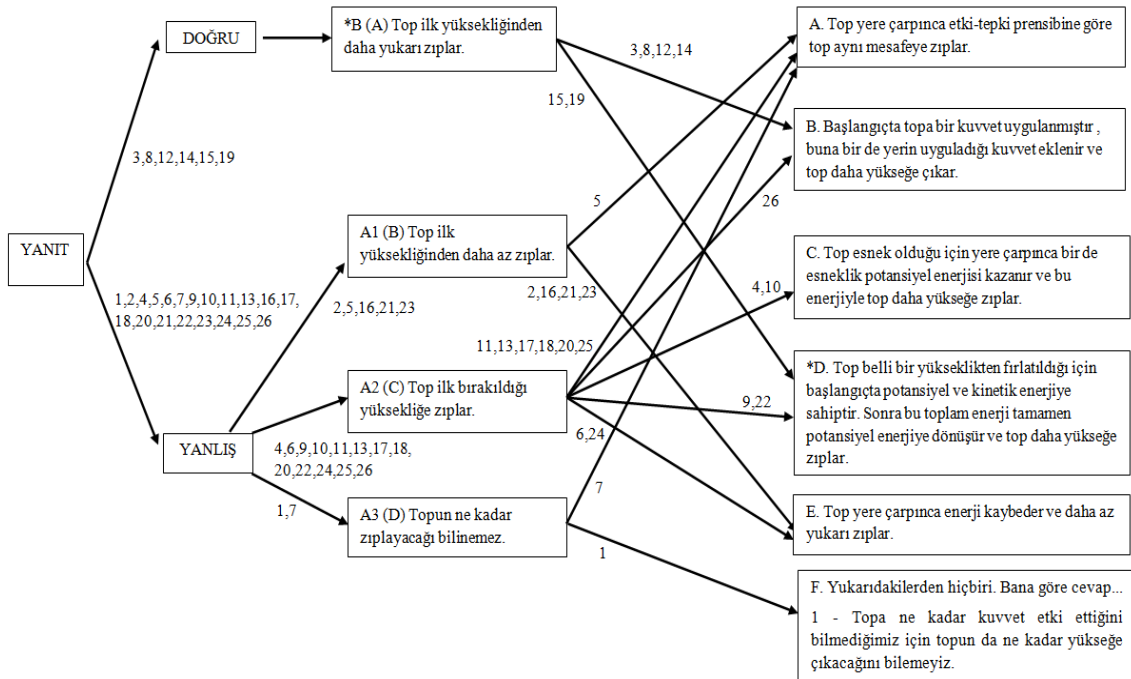
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onyedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



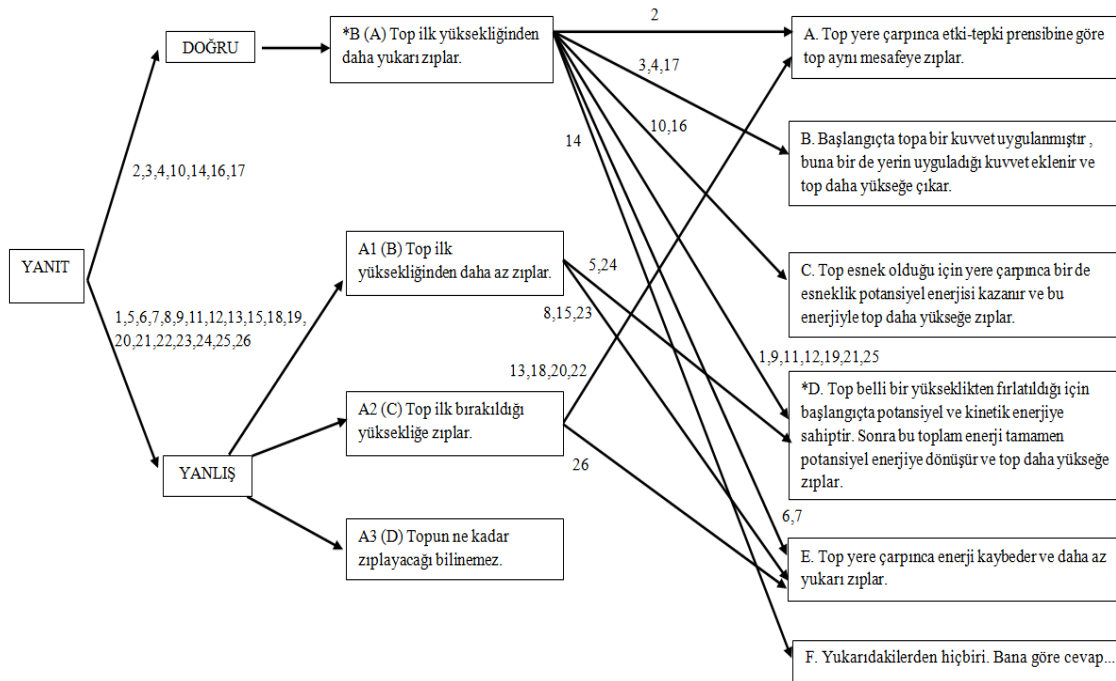
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onyedinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onsekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

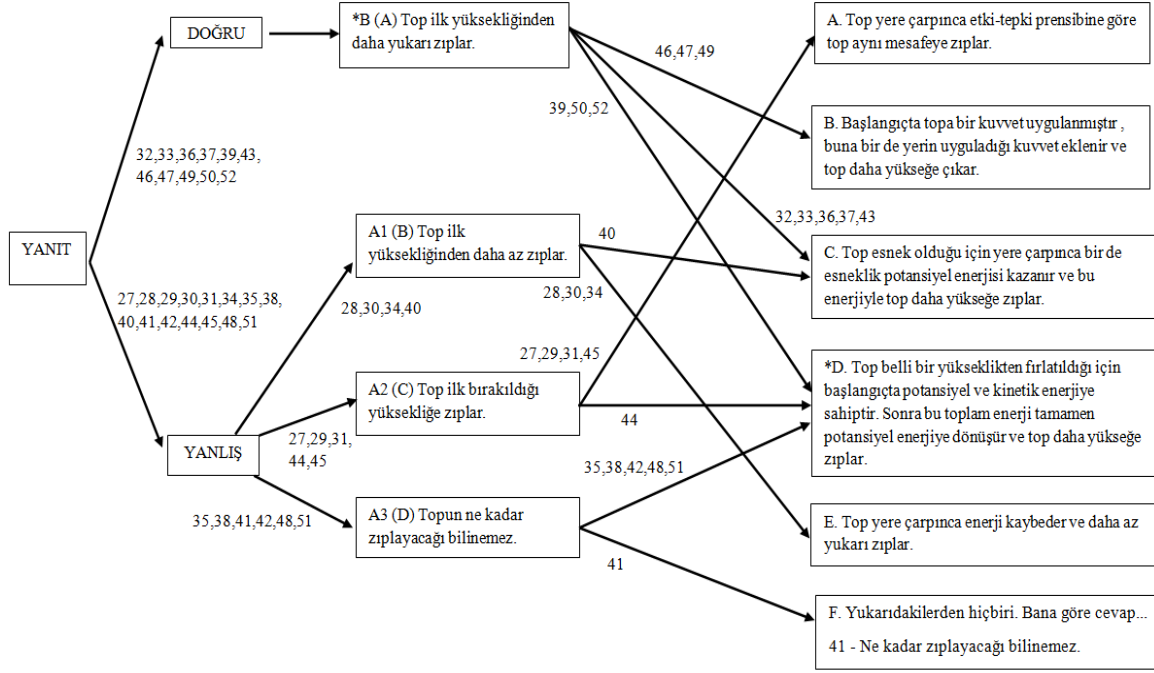


## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onsekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

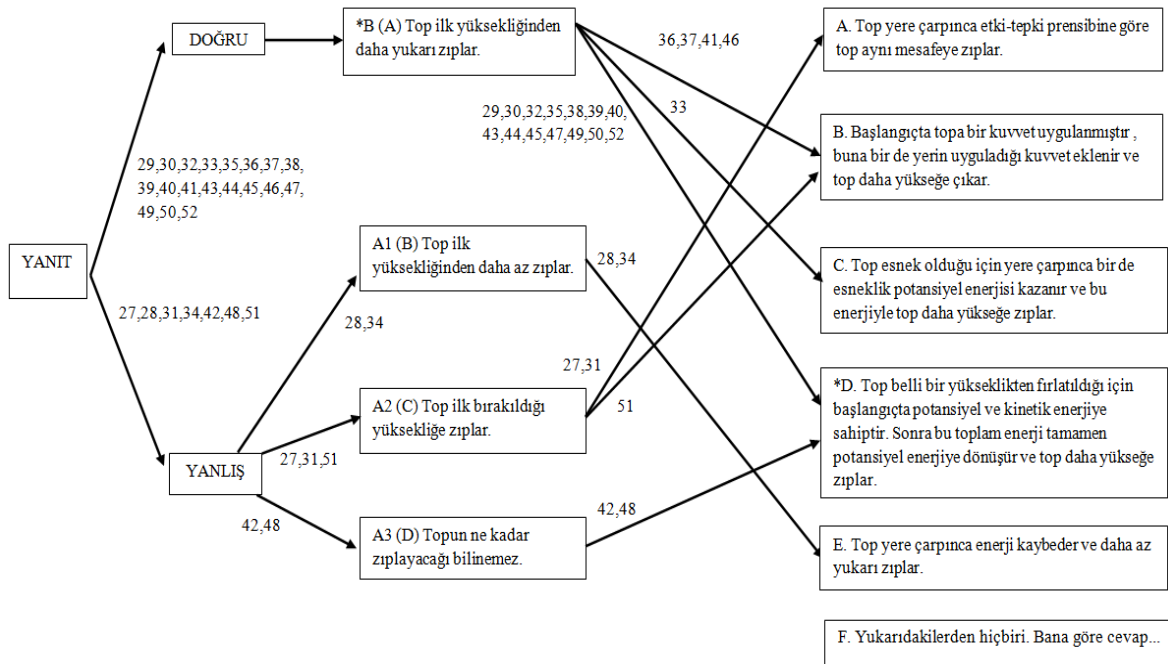




## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Onsekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

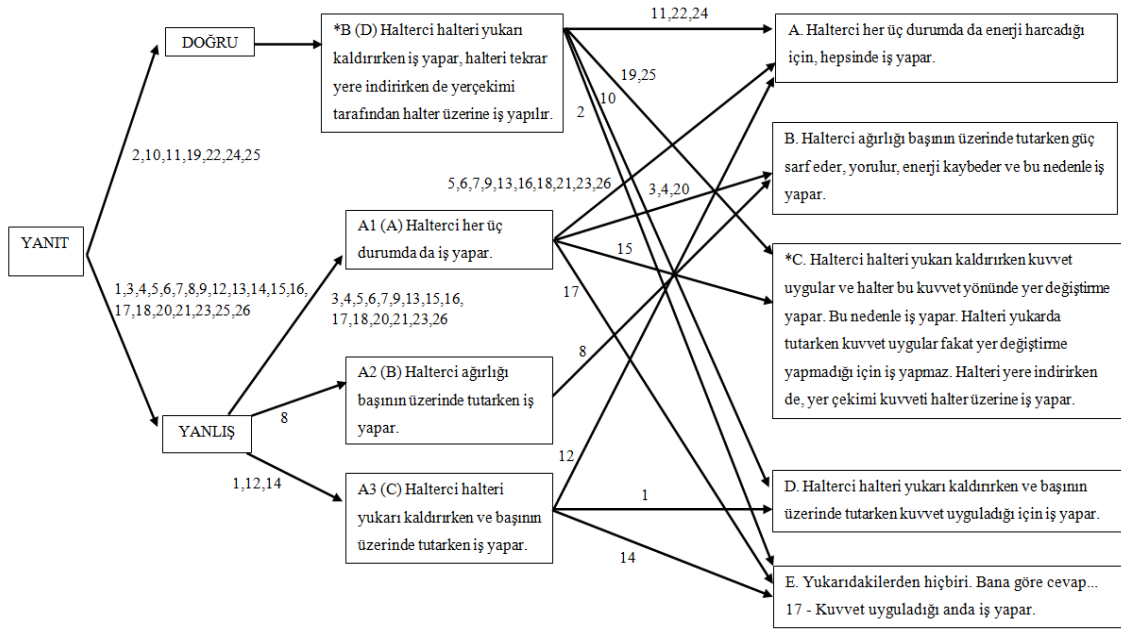


## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Onsekizinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

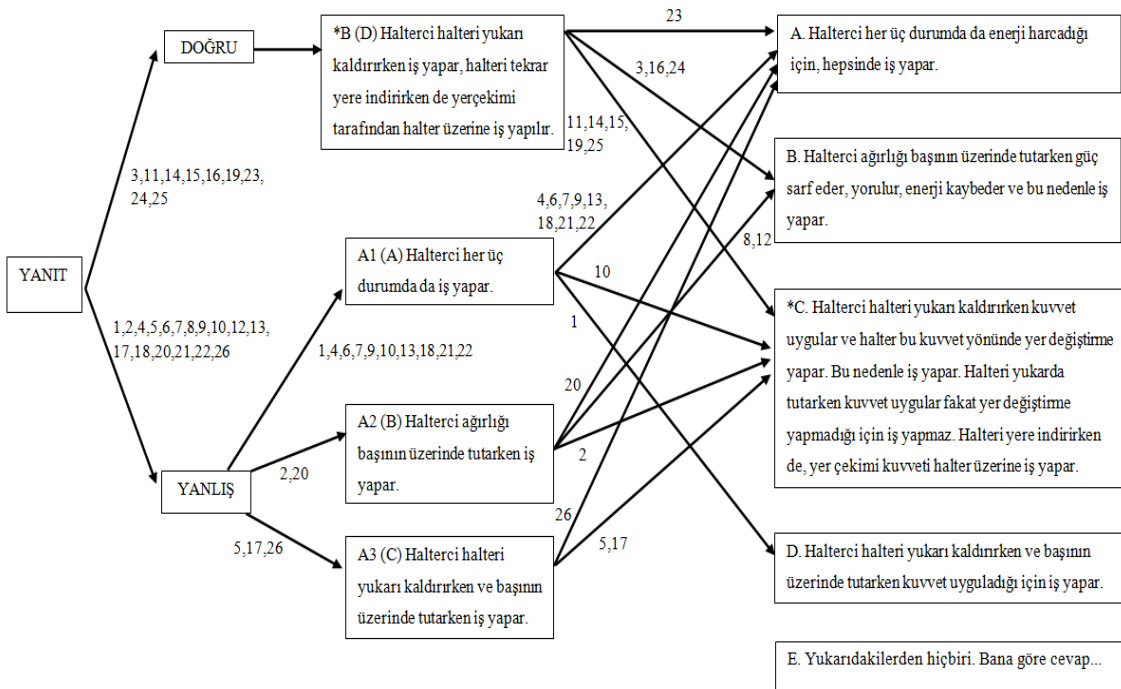




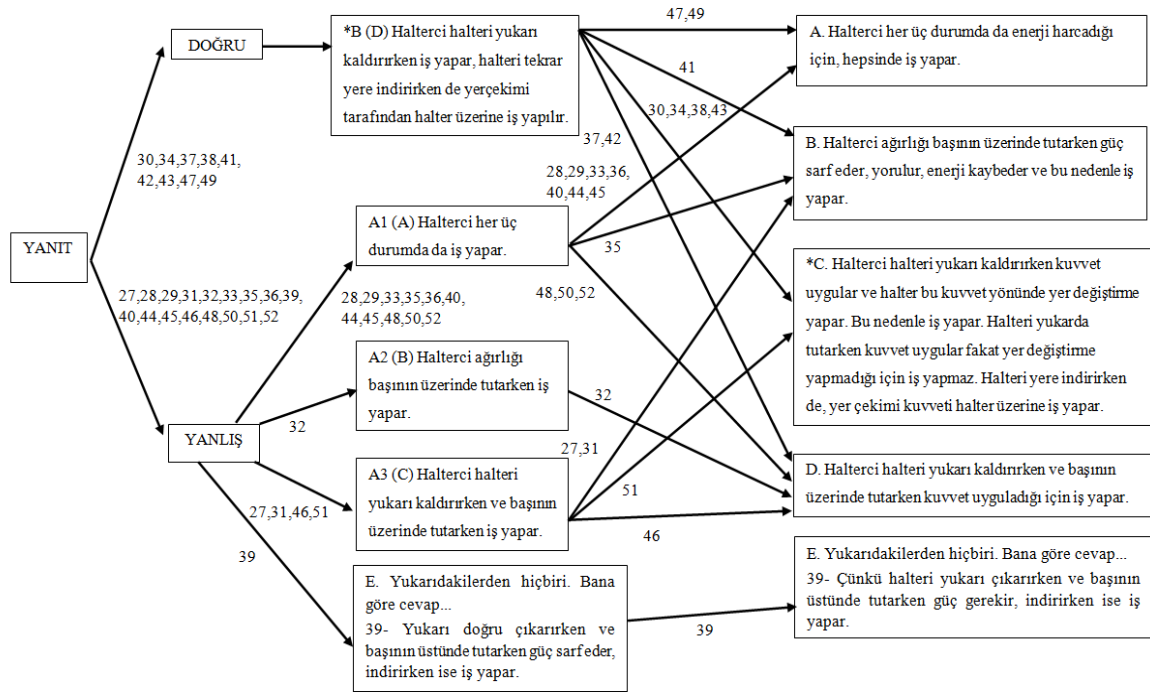
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Ondokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar



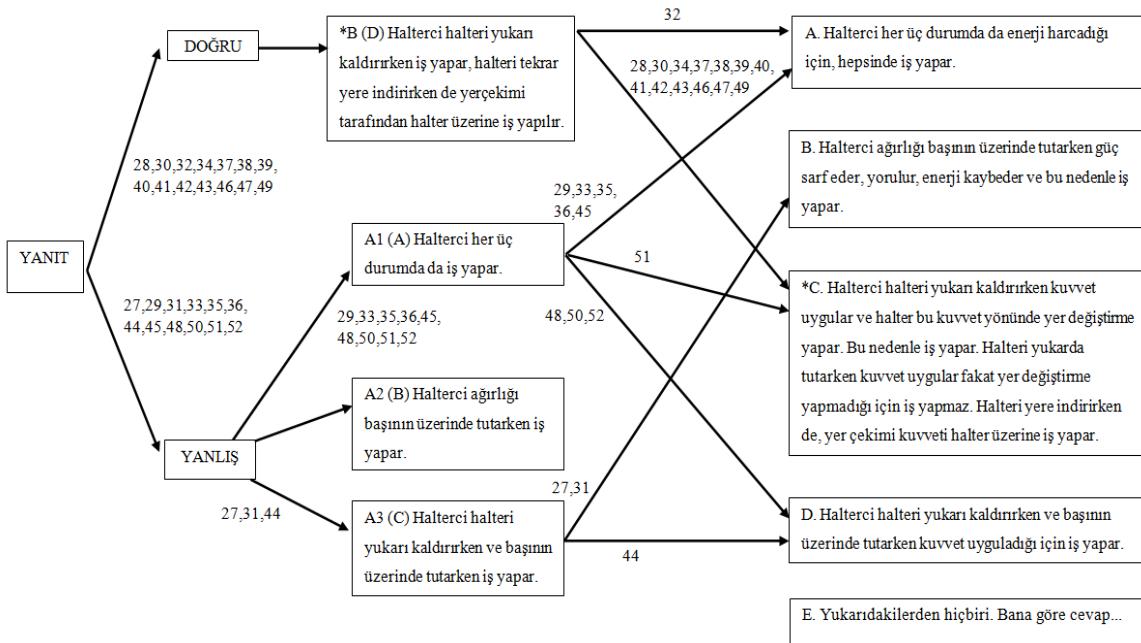
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Ondokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar



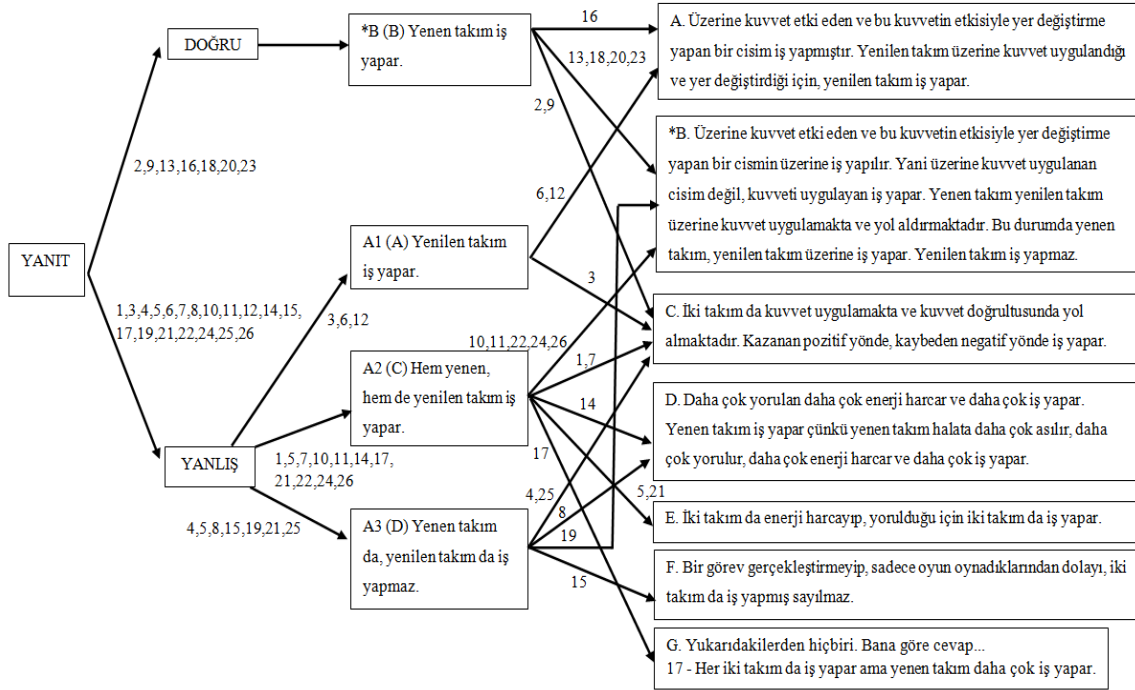
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Ondokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar



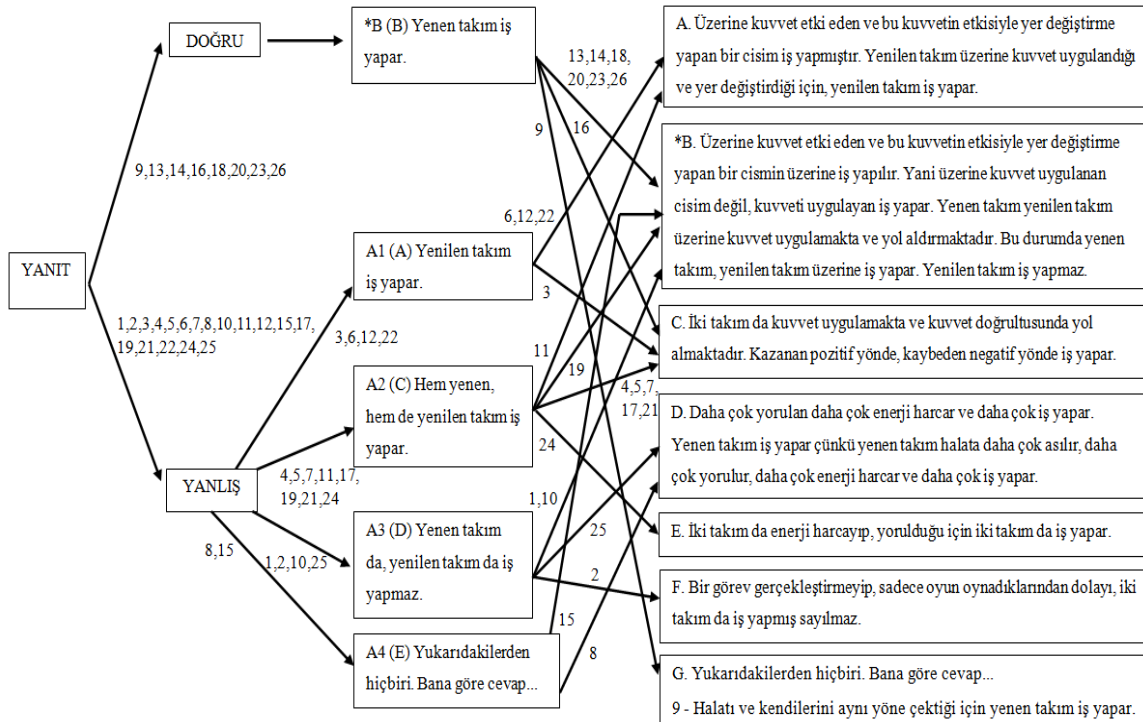
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Ondokuzuncu Sorusuna Verdikleri Cevaplar



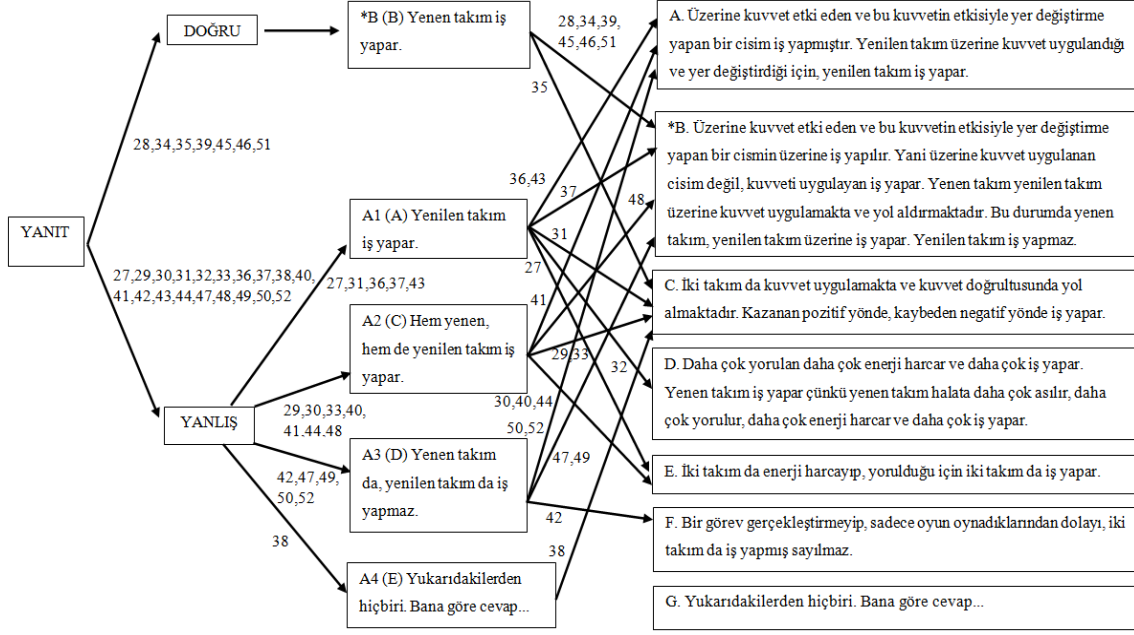
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yirminci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



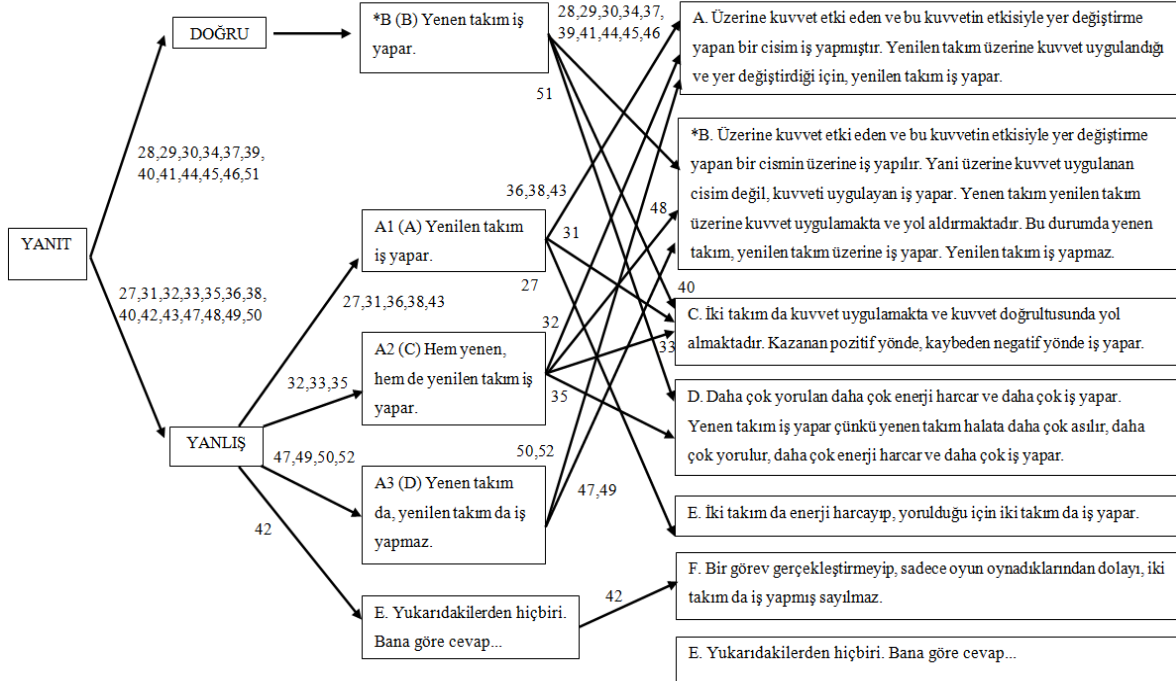
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yirminci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yirminci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

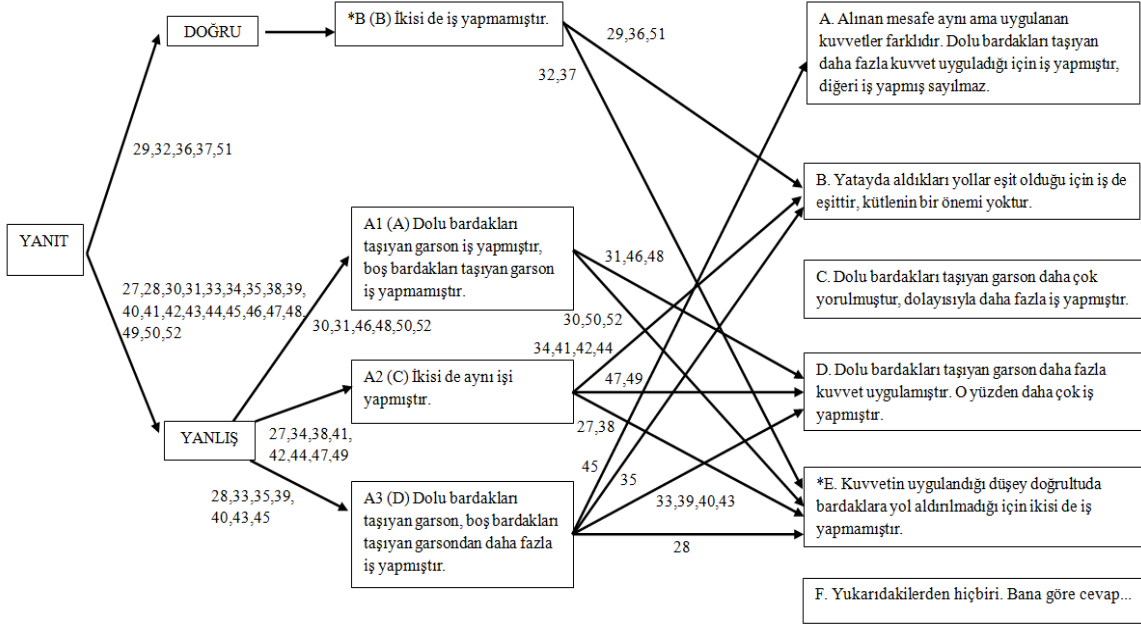


## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yirminci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

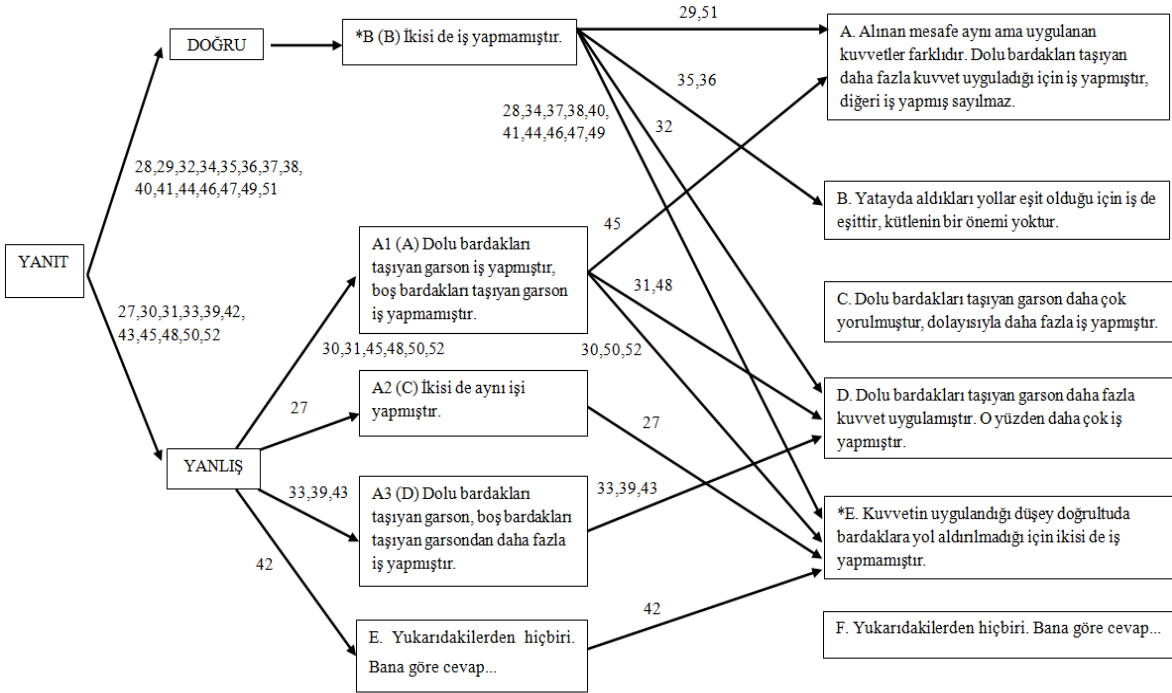




## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yirmibirinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

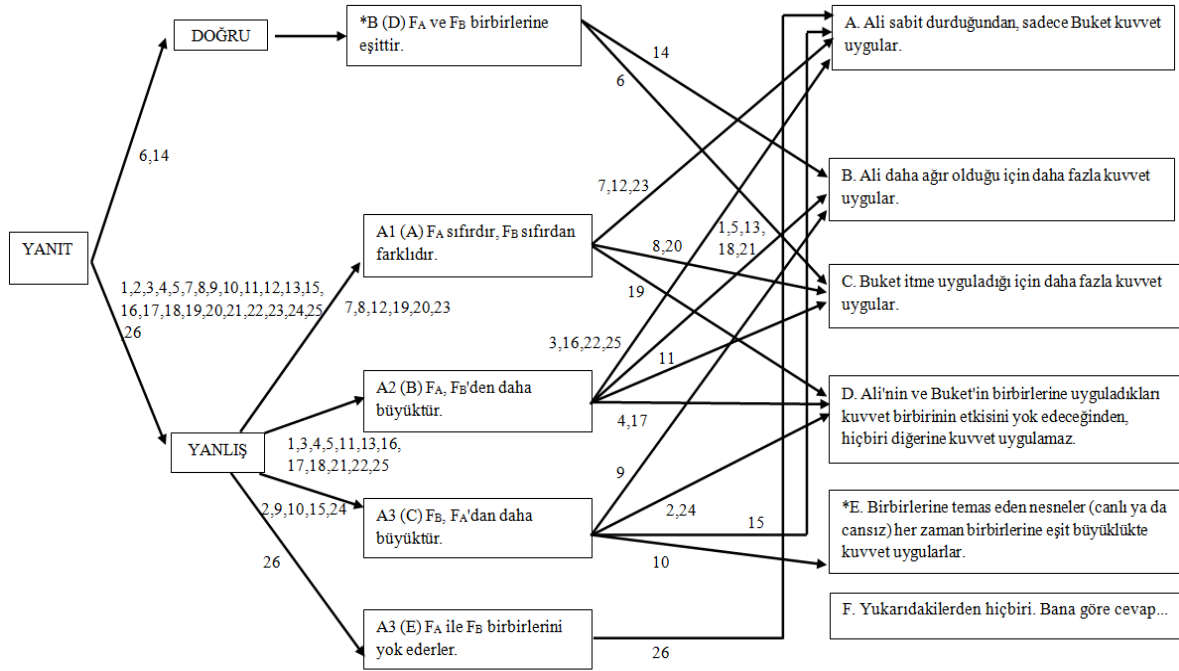


## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yirmibirinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

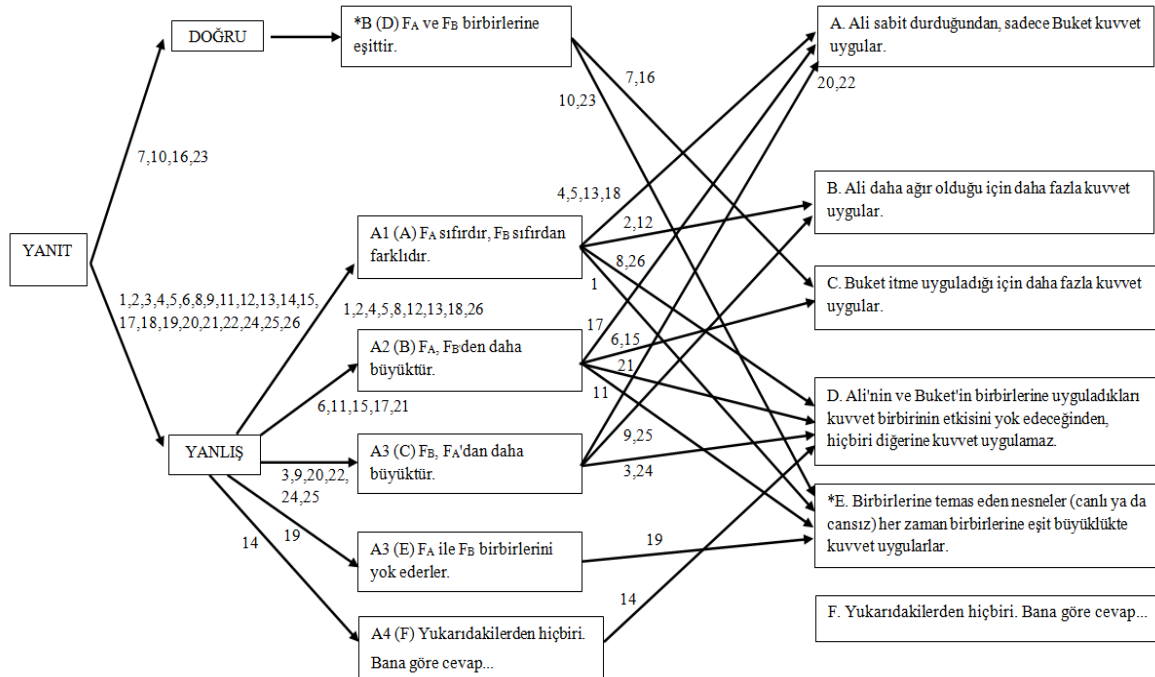




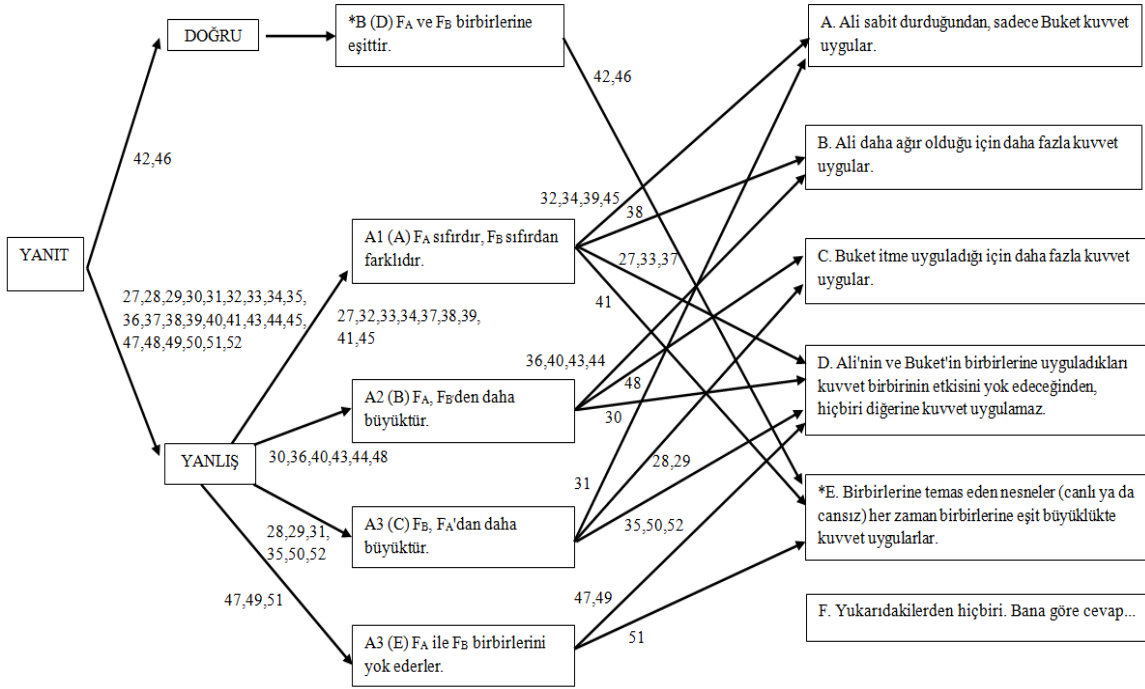
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yirmiikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



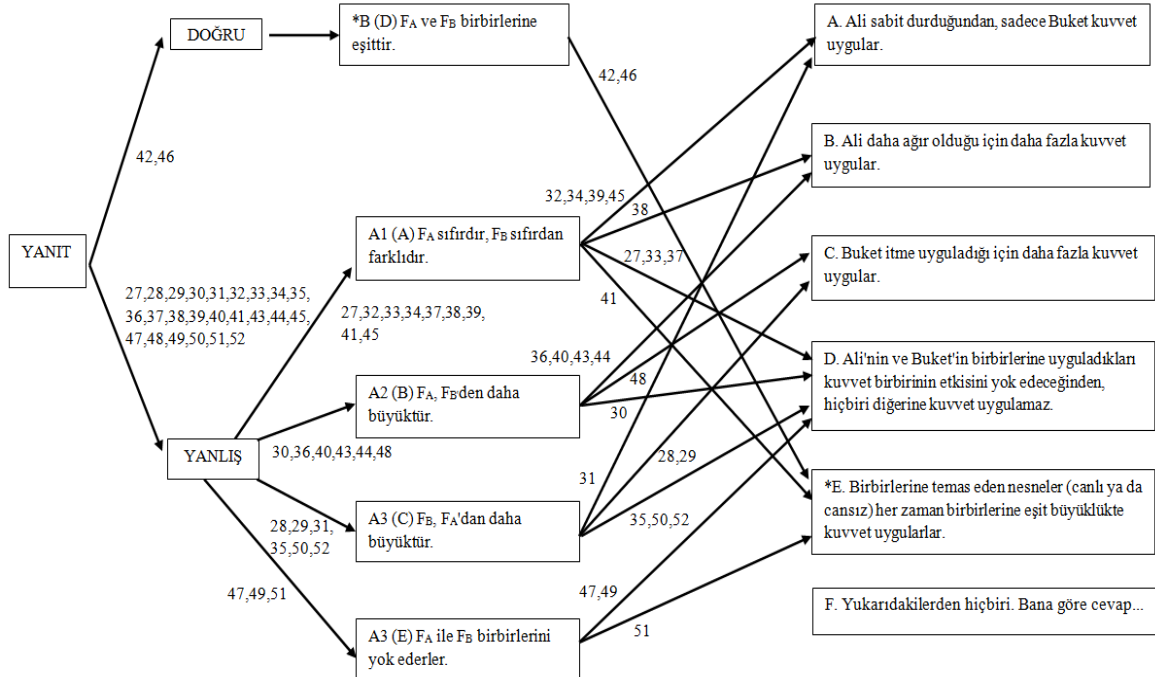
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yirmiikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yirmiikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

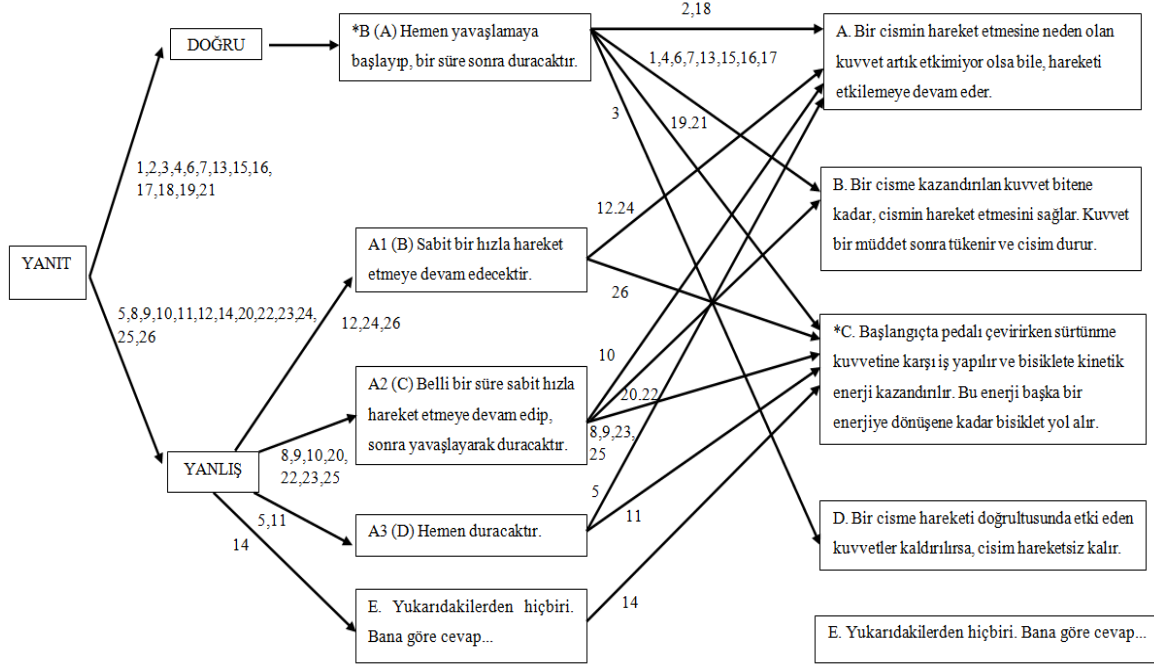


## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yirmiikinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar

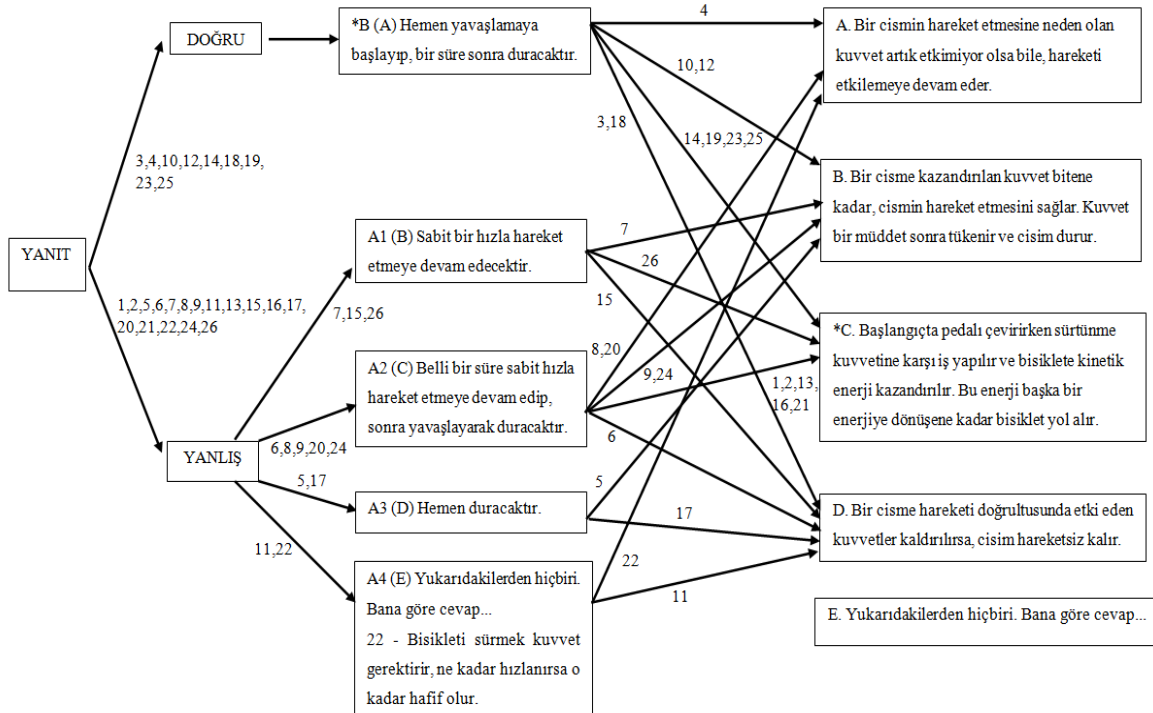




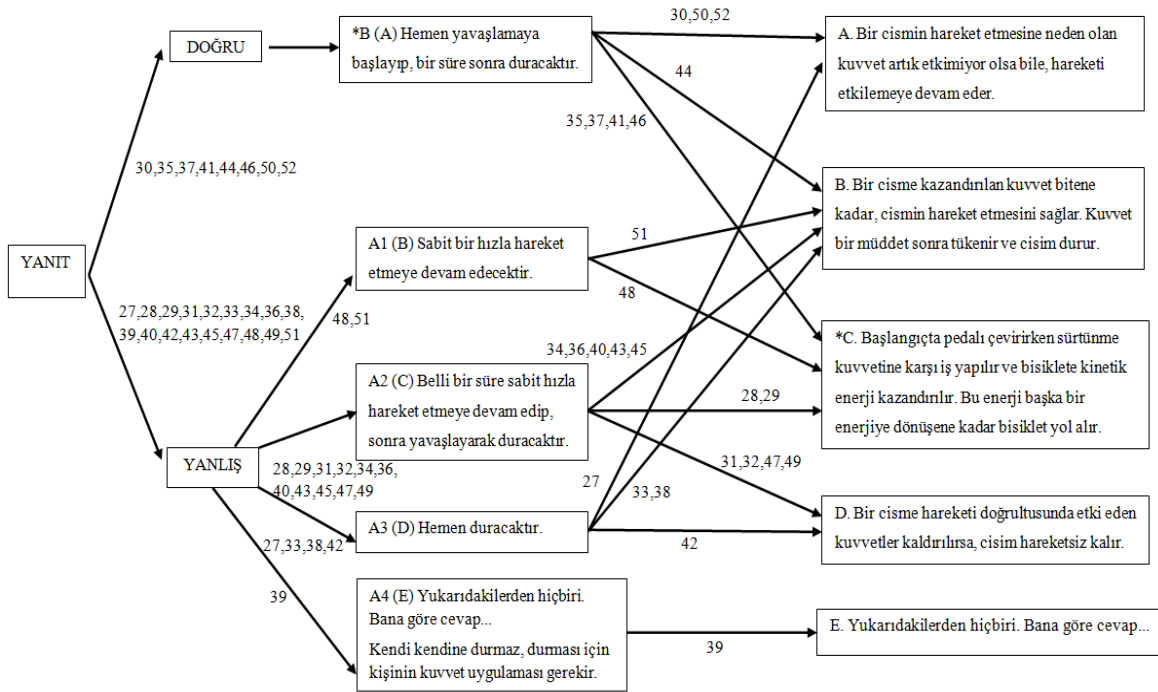
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yirmiüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



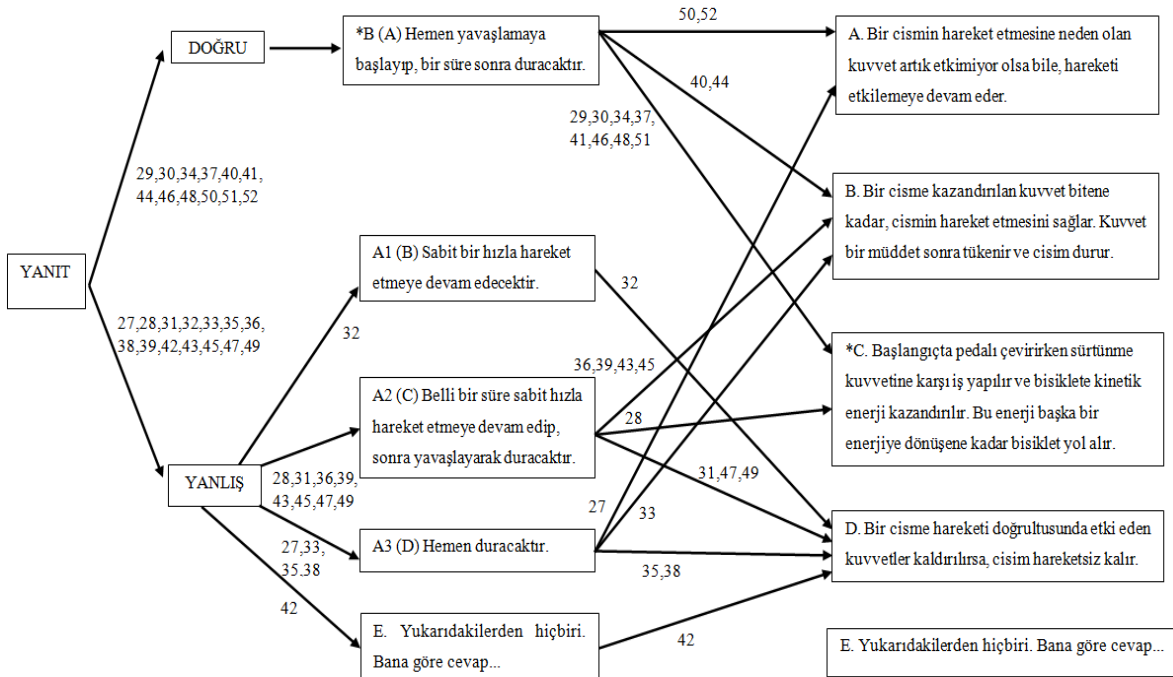
## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yirmiüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yirmiüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar

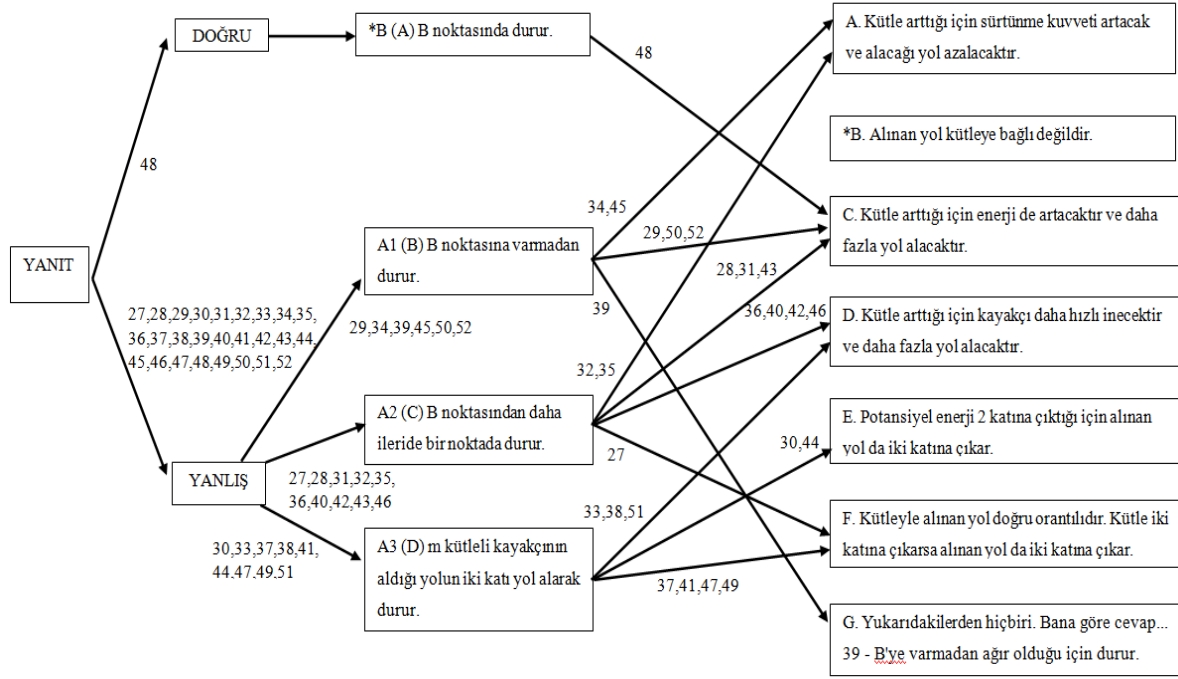


## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yirmiüçüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar

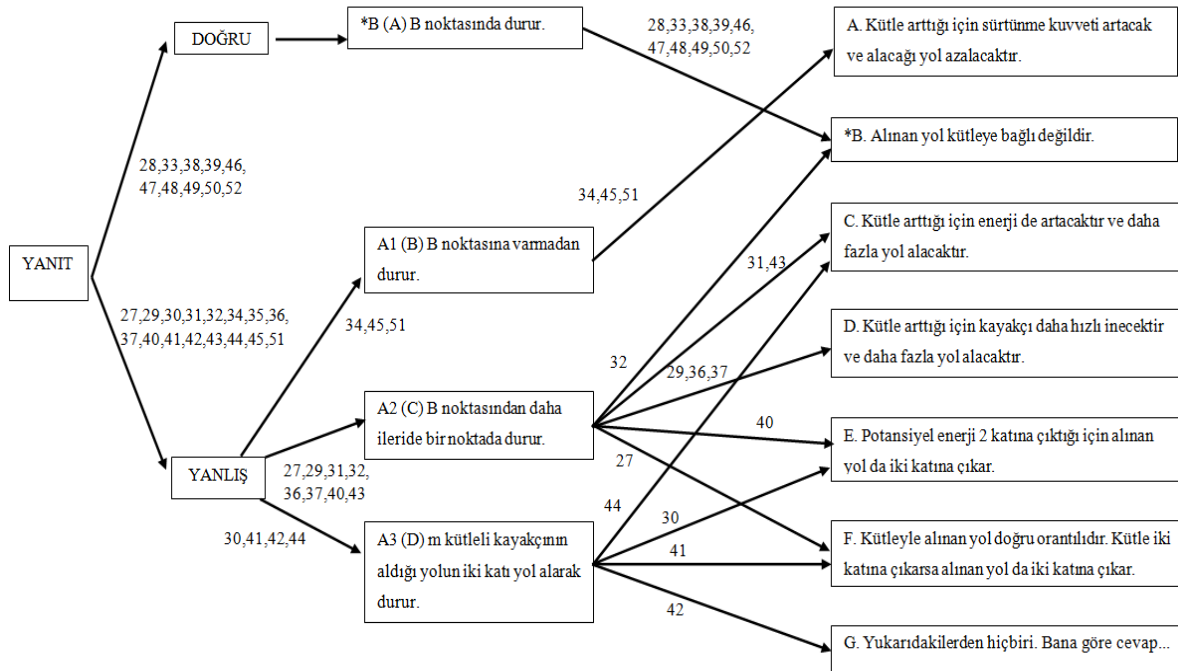




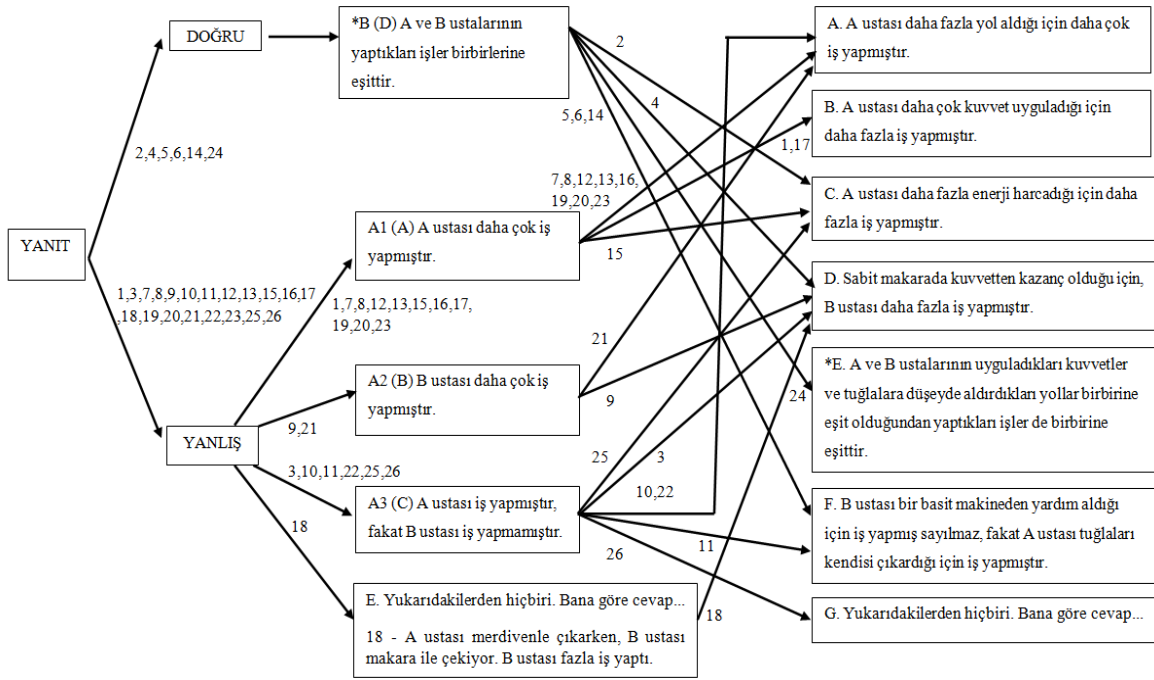
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yirmidördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



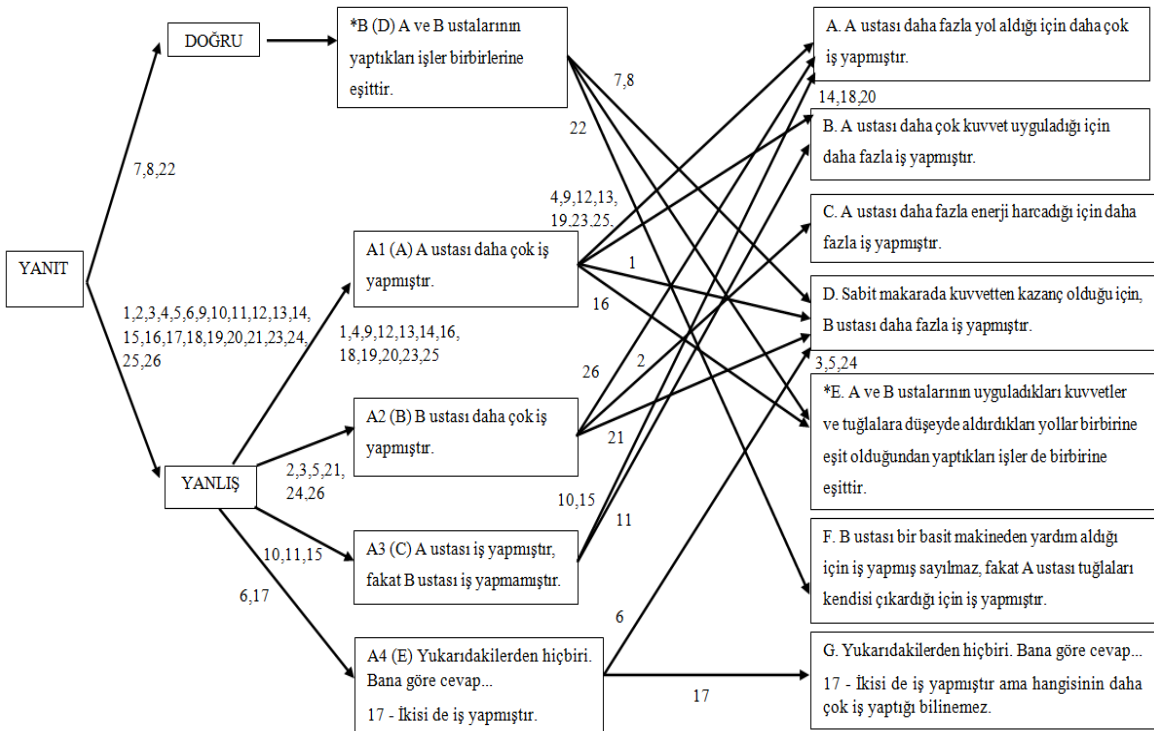
## Deney Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yirmidördüncü Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Ön Testinin Yirmibeşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar



## Kontrol Grubu Öğrencilerinin KHKKT Son Testinin Yirmibeşinci Sorusuna Verdikleri Cevaplar







## EK 11: UYGULAMA İZİN YAZISI



T.C.  
İSTANBUL VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 59090411-44-E.1407579

08.02.2016

Konu: Gülşah DİYARBEKİR

MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü)

- İlgi: a) 14.01.2016 tarih ve 1600009594 sayılı yazınız.  
b) Valilik Makamınının 08.02.2016 tarih ve 1381101 sayılı oluru.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü doktora programı öğrencisi Gülşah DİYARBEKİR'in "**İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Ontoloji Temelinde Belirlenmesi ve Animasyon Destekli Öğretimle Giderilmesi**" konulu tezine dair araştırma çalışması hakkındaki ilgi (a) yazınız ilgi (b) valilik onayı ile uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve araştırmacının söz konusu talebi; bilimsel amaç dışında kullanılmaması, **uygulama sırasında bir örneği müdürlüğümüzde muhafaza edilen mühürlü ve imzalı veri toplama araçlarının uygulanması**, katılımcıların gönüllülük esasına göre seçilmesi, araştırma sonuç raporunun müdürlüğümüzden izin alınmadan kamuoyuyla paylaşılmaması koşuluyla, gerekli duyurunun araştırmacı tarafından yapılmasını, okul idarelerinin denetim, gözetim ve sorumluluğunda, eğitim -öğretimi aksatmayacak şekilde ilgi (b) Valilik Onayı doğrultusunda işlem bittikten sonra 2 (iki) hafta içinde sonuçtan Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme Bölümüne rapor halinde bilgi verilmesini arz ederim.

Murat ADALI  
Müdür a.  
Şube Müdürü

EK:1- Valilik Onayı  
2- Ölçekler

İl Millî Eğitim Müdürlüğü  
E-Posta: sgb34@meh.gov.tr

A. BALTA VHKİ  
Tel: (0 212) 455 04 00-239  
Faks: (0 212) 455 06 52

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden df47-c9bd-3d19-854f-b9d5 kodu ile teyit edilebilir.