

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORTAÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
BİYOLOJİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ENERJİ VE ENERJİ İLE İLGİLİ KAVRAMLARIN FARKLI  
ÖĞRENİM SEVİYELERİNDE ÖĞRENİLME DURUMUNUN  
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ufuk TÖMAN**

**TRABZON  
Haziran, 2011**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORTAÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
BİYOLOJİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ENERJİ VE ENERJİ İLE İLGİLİ KAVRAMLARIN FARKLI  
ÖĞRENİM SEVİYELERİNDE ÖĞRENİLME DURUMUNUN  
ARAŞTIRILMASI**

**Ufuk TÖMAN**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nce Yüksek  
Lisans (Biyoloji Eğitimi) Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Sabiha ODABAŞI ÇİMER**

**TRABZON  
Haziran, 2011**

**KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne**

**Bu çalışma jürimiz tarafından Ortaöğretim Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir. 17/06/2011**

**Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Sabiha ODABAŞI ÇİMER**

**Üye : Prof.Dr.Salih ÇEPNİ**

**Üye : Yrd.Doç.Dr.Nedim ALEV**

**Onay**

**Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylanm.**

**Enstitü Müdürü  
Doç.Dr.Haluk ÖZMEN**

## **BİLDİRİM**

Tezimin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi KTÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Ufuk TÖMAN

22/06/2011

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalında “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanmıştır. Çalışma, ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf gibi farklı öğrenim seviyelerinde enerji kavramının öğrenim durumlarının tespit edilmesi üzerine gerçekleştirilmiştir.

Bu tezin hazırlanması aşamasında karşılaştığım bütün zorlukları aşmamda, her türlü desteği ve imkanı sağlayarak beni yönlendiren, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım saygı değer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Sabiha ODABAŞI ÇİMER’ e sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans boyunca her türlü manevi desteği esirgemeyen ve geleceğe dair ufkumu açan değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Atilla ÇİMER’e, Yrd. Doç. Dr. Arzu SAKA’ ya ve Doç. Dr. Hikmet YAZICI’ ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca öğrencisi olduğum KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Maddi ve manevi destekleriyle daima yanımda olan ve bugün bulunduğum yerde olmamda sonsuz katkıları olan aileme şükranlarımı sunarım.

Ufuk TÖMAN  
Trabzon 2011

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
KISALTMALAR LİSTESİ .....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Araştırmanın Problemi .....	2
1.3. Araştırmanın Amacı .....	3
1.4. Araştırmanın Önemi .....	3
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları .....	4
1.6. Araştırmanın Varsayımları .....	5
1.7. İlgili Literatür .....	5
1.7.1. Enerji Nedir .....	5
1.7.2. Enerji Kaynakları .....	6
1.7.3. Enerji Korunumu .....	8
1.7.4. Enerji Depolanması .....	9
1.7.5. Enerji Dönüşümü .....	9
1.7.6. Enerji Kavramı İle İlgili Eğitim Alanında Yapılan Çalışmalar.....	10
1.7.7. Öğretim Programlarında Enerji .....	17
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	20
2.1. Araştırmanın Metodolojisi .....	20
2.2. Araştırmanın Örnekleme .....	21
2.3. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları .....	21
2.3.1. Kavramsal Anlama Testi .....	21
2.3.1.1. Geliştirilen Test İle İlgili Pilot Çalışma .....	23

2.3.2	Mülakat .....	24
2.3.2.1.	Araştırmada Kullanılan Mülakat İle İlgili Pilot Çalışma .....	25
2.4.	Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi .....	26
2.4.1.	Uygulanan Testten Elde Edilen Verilerin Analizi .....	26
2.4.2.	Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi .....	27
3.	BULGULAR .....	30
3.1.	Testten Elde Edilen Bulgular .....	30
3.1.1.	Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeyleri .....	30
3.1.2.	Öğrencilerin Enerji Kaynaklarını Anlama Düzeyleri .....	35
3.1.3.	Öğrencilerin Enerji Korunumunu Anlama Düzeyleri .....	41
3.1.4.	Öğrencilerin Enerji Depolanmasını Anlama Düzeyleri .....	45
3.1.5.	Öğrencilerin Enerji Dönüşümünü Anlama Düzeyleri .....	49
3.2.	Mülakattan Elde Edilen Bulgular .....	57
3.2.1.	Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeyleri .....	57
3.2.2.	Öğrencilerin Enerji Kaynaklarını Anlama Düzeyleri .....	59
3.2.3.	Öğrencilerin Enerji Korunumunu Anlama Düzeyleri .....	63
3.2.4.	Öğrencilerin Enerji Depolanmasını Anlama Düzeyleri .....	64
3.2.5.	Öğrencilerin Enerji Dönüşümünü Anlama Düzeyleri .....	67
4.	TARTIŞMA .....	70
4.1.	Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeyleri .....	71
4.2.	Öğrencilerin Enerji Kaynaklarını Anlama Düzeyleri .....	72
4.3.	Öğrencilerin Enerji Korunumunu Anlama Düzeyleri .....	73
4.4.	Öğrencilerin Enerji Depolanmasını Anlama Düzeyleri .....	74
4.5.	Öğrencilerin Enerji Dönüşümünü Anlama Düzeyleri .....	76
5.	SONUÇLAR .....	78
6.	ÖNERİLER .....	81
7.	KAYNAKLAR .....	83
8.	EKLER .....	90
	ÖZGEÇMİŞ	

## ÖZET

### **Enerji Ve Enerji İle İlgili Kavramların Farklı Öğrenim Seviyelerinde Öğrenilme Durumunun Araştırılması**

Bu araştırmanın amacı; ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin enerji ve enerjiye ilişkili kavramlar olan enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü kavramlarını anlama düzeylerini ve mevcut kavram yanlışlarını belirlemektir.

Bu çalışmada gelişimci araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem dahilinde veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testi ve yarı yapılandırılmış mülakat kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan testte yazılı cevap gerektiren sorulara yer verilmiştir. Test ilköğretimden 35, ortaöğretimden 35 ve üniversiteden 25 öğrenci olmak üzere 95 öğrenciye uygulanmıştır. Ayrıca, toplam 15 öğrenciyle mülakatlar yapılmıştır.

Test ve mülakatlardan elde edilen veriler enerji ve enerjiyle ilişkili kavramlar olan enerji korunumu, enerji dönüşümü, enerji kaynakları ve enerji depolanması kavramlarıyla ilgili anlamaların farklı kategorilerde olduğunu göstermiştir. Araştırma sonucunda enerji, enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü kavramlarının her üç öğrenim seviyedeki öğrenciler tarafından da yeterince anlaşılamadığı görülmüştür. İlaveten, ilköğretim seviyesinde enerji ve enerji ile ilişkili kavramların günlük hayatta kullanımı ile ilgili anlamı, orta öğretim ve üniversite seviyelerinde ise daha çok bilimsel tanım ve okul bilgisi ön plana çıkmıştır. Ayrıca, tüm öğrenim seviyelerinde bu kavramlarla ilgili kavram yanlışları tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına dayanarak ilköğretimden itibaren enerji ve enerjiyle ilgili kavramların, öğrenim düzeyleri göz önüne alınarak ve süreklilik arz edecek şekilde planlanarak öğretim programlarına uyarlanması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Kavramı, Enerji Korunumu, Enerji Dönüşümü, Enerji Kaynakları, Enerji Depolanması, Anlama Düzeyleri, Kavram Yanlışları.



## ABSTRACT

### **Concepts Related to Energy and Energy Research Status of Different Learning Levels of learning**

The purpose of this study is to investigate primary, secondary and university students' understanding of the concepts of energy and energy sources, energy conservation, energy storage and energy transformation and to determine their misconceptions related to these concepts.

In this study, developmental research methodology was used. Within this methodology, to collect the data both a conceptual understanding test and semi-structured interviews were employed. Before the main study, a pilot study was conducted with 45 students, thereby some revisions were made to improve the test's quality. A total of 95 students of which 35 from primary, 35 from secondary and 25 university levels responded to the test consisting of questions that require written answers. In addition, interviews were conducted with 15 students in total.

The data from the test and interviews showed that students' understandings of the investigated concepts, energy and energy sources, energy conservation, energy storage and energy transformation were at various categories. According to the results of the study, none of the concepts investigated has been fully understood by the students. In addition, primary students used daily meaning of the concepts while secondary and university students used scientific definition and school information in their responses mostly. Various misconceptions about energy and energy- related concepts have been determined at all levels. Based on the results obtained, it is suggested that curriculum programs should be revised considering the ordering of the concepts based on the grade level.

**Key Words:** The Concept of Energy, Energy Conservation, Energy Conversion, Energy Resources, Energy Storage, Understanding Levels, Misconceptions.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No.</u>	<u>Sekil Adı</u>	<u>Sayfa No.</u>
Şekil 1.	Çalışmanın akış diyagramı .....	29

## TABLolar DİZİNİ

<b><u>Tablo No.</u></b>	<b><u>Tablonun Adı</u></b>	<b><u>Sayfa No.</u></b>
Tablo 1.	Araştırma örneklemi .....	21
Tablo 2.	Testte bulunan soruların araştırılan kavramlara göre dağılımı .....	23
Tablo 3.	Testte yer alan soruları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri .....	27
Tablo 4.	Öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeyleri (%) .....	30
Tablo 5.	Enerji kavramıyla ilgili kavram yanılgıları .....	35
Tablo 6.	Öğrencilerin enerji kaynaklarını anlama düzeyleri (%) .....	36
Tablo 7.	Enerji kaynaklarıyla ilgili kavram yanılgıları .....	40
Tablo 8.	Öğrencilerin enerji korunumunu anlama düzeyleri (%) .....	41
Tablo 9.	Enerji korunumuyla ilgili kavram yanılgıları .....	45
Tablo 10.	Öğrencilerin enerji depolanmasını anlama düzeyleri (%) .....	45
Tablo 11.	Enerji depolanmasıyla ilgili kavram yanılgıları .....	49
Tablo 12.	Öğrencilerin enerji dönüşümünü anlama düzeyleri (%) .....	49
Tablo 13.	Enerji dönüşümüyle ilgili kavram yanılgıları .....	56
Tablo 14.	Öğrencilerin enerji ve enerjiyle ilgili kavramlara ait anlama düzeyleri (%) .....	56
Tablo 15.	Öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili tanımları .....	57
Tablo 16.	Öğrencilerin enerji kaynakları ile ilgili cevapları .....	60
Tablo 17.	Öğrencilerin enerji korunumu ile ilgili cevapları. ....	63
Tablo 18.	Öğrencilerin enerji depolanması ile ilgili cevapları. ....	65
Tablo 19.	Öğrencilerin enerji dönüşümü ile ilgili cevapları .....	67

## KISALTMALAR LİSTESİ

- Tİ-X : Teste cevap veren ilköğretim öğrencilerinden x öğrenciyi simgelemektedir  
Mİ-X : Mülakat yapılan ilköğretim öğrencilerinden x öğrenciyi simgelemektedir  
şeklindedir.

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Günümüzde fen eğitimi öğrencilerin, içinde yaşadıkları dünyayı anlama yollarını geliştirmelerini, kendi deneyimleriyle bağlantı kurarak kavramlar oluşturmalarını, bilgiyi kazanma ve organize etmeyi öğrenmelerini, fikirlerini uygulayabilmelerini ve test edebilmelerini sağlamayı amaçlar (Mann ve Treagust, 2010). Ayrıca düşünce sanatının öğretilmesi, deneyimlere dayanan kesin kavramların zihinlerde geliştirilmesi, sebep-sonuç ilişkisinin nasıl irdelenip analiz edileceği yöntemlerinin öğretilmesi de temel hedeflerdendir ( Gezer, Köse ve Sürücü, 1999).

Öğrenciler, fen bilimlerindeki olay ya da durumları açıklamaya çalışırken içinde buldukları dünya ile ilgili terimleri kullanmaktadırlar. Ancak bu terimler bilimsel olarak ilgili oldukları kavramları çoğu zaman karşılamamaktadır. Böylece ders ortamına getirilen bu yanlış ön bilgilerin yeni kavramların doğru bir şekilde öğrenilmesine engel olduğu bilinmektedir (Gimns, 1995). Dolayısıyla, etkili öğretim için, öğrencilerin ön bilgilerinin dersten önce belirlenmesi ve öğretimin de buna göre düzenlenmesi gerekmektedir (Dekkers ve Thijs, 1998; Osborne ve Wittrock, 1983).

Temel fen kavramları, daha ilerideki fen konularının anlamlandırılmasında bir basamak veya kilometre taşı rolüne sahiptir. Bu yüzden, iyi bir fen eğitimi için bu kavramların ilk ve orta öğretim sürecinde doğru ve anlamlı bir şekilde öğretilmesi son derece önemlidir (Köse, Ayas ve Taş, 2003). Doğru bir şekilde öğrenilmeden geçilen kavramlar veya bilgiler, bireylerin hem daha sonraki öğrenim hayatlarını etkilemekte, hem de günlük ve mesleki yaşantılarında çok daha büyük anlama ve kavrama problemleriyle karşı karşıya gelmelerine neden olmaktadır (Schulte, 2001).

Literatürdeki araştırmalar, öğrencileri fen bilimlerindeki çok sayıda kavram hakkında bilimsel olarak kabul edilmeyen fikirlere sahip olduklarını ve bu fikirlerin temelini çoğunlukla tutarsız sezgi, önyargı ve günlük hayattan edindikleri deneyimlerin oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Osborne ve Freday, 1985; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Öğrencilerin kavram yanılgılarını, genellikle sınıfa gelmeden önce ve günlük yaşamlarında karşılaştıkları farklı türden olayları analiz ederek oluşturdukları, bunların ise

daha sonraki öğrenmelerini olumsuz şekilde etkilediği ifade edilmektedir (Palmer, 1999 ve 2001; Yılmaz, Tekkaya, Geban ve Özden, 1999).

İlköğretim ve ortaöğretim programları içerisinde yer alan temel ve önemli kavramlardan birisi “Enerji”dir. Enerji, farklı disiplinler arası bir kavramdır ve fen bilimlerinde birçok kavramla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilidir. Enerji pek çok bilim dalı tarafından kullanılan ortak, disiplinler arası bir konu olduğundan, hem fiziksel hem kimyasal hem de biyolojik boyutlarıyla ele alınmalıdır (Gürdal, Bayram ve Şahin, 1999; Konuk ve Kılıç, 1999; Özmen, Dumanoglu ve Ayas, 2000). Bununla birlikte, enerji kavramı ile ilgili birçok araştırma literatürde olmasına rağmen enerji kavramının bütünleştirilmiş fen kapsamında öğretilmesi üzerine yapılan araştırmalar oldukça yetersizdir. Özellikle bu yetersizlik enerji kaynağı, enerjinin korunumu, enerji dönüşümü ve enerjinin depolanması gibi enerji ile ilişkili kavramları içeren fizik, kimya ve biyoloji gibi farklı disiplinler arasında karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar daha çok bir alan ile ilgili olarak enerji kavramını incelemekte ve sadece belli bir öğrenim seviyelerine hitap etmektedir. Enerji ve enerjiyle ilişkili kavramlarda farklı öğrenim seviyelerinde meydana gelen kavramsal değişimi incelemeye yönelik çalışmalar oldukça azdır. Bu çalışmada, enerji ile ilgili olarak farklı disiplinlere ait kavramları da, öğrenim seviyesine bağlı olarak meydana gelen değişimlerin bir bütün halinde incelenmesiyle enerji kavramının çerçevesi daha iyi belirlenerek, kavramlar arası ilişkiler daha net ortaya çıkacaktır. Ayrıca farklı disiplinler arasında anlamlı bir bütün oluşturularak öğrencilerin, konu ile ilişkili kavramları algılama biçimleri ve buna bağlı olası kavram yanılgıları belirlenmiş olacaktır. Bu çalışma, enerji ve enerji ile ilişkili kavramların öğretim programlarına yeniden uyarlanması ve söz konusu kavramların öğretilmesine ilişkin katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## **1.2. Araştırmanın Problemi**

Bu araştırmanın problemi, enerji konusunun ilköğretim 8. sınıf, ortaöğretim 12. sınıf ve üniversite son sınıf seviyelerinde öğrenim gören öğrenciler tarafından anlaşılma düzeylerini tespit etmektir. Bu probleme ek olarak cevaplandırılmaya çalışılacak alt problemler ise aşağıda sunulmuştur:

1. Enerji ve enerjiyle ilgili olan enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü kavramlarının ilköğretim 8. sınıf, ortaöğretim

12. sınıf ve üniversite son sınıfta bulunan öğrenciler tarafından anlaşılma düzeyleri nelerdir?

2. Bu kavramlarla ilgili olarak öğrencilerde görülen kavram yanlışları nelerdir?

### **1.3. Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın temel amacı; ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin enerji ve enerji ile ilgili olan enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü gibi kavramlarını anlama düzeyleri ile bu kavramlarla ilgili kavram yanlışlarını belirlemektir. Bu sayede bu kavramlarla ilgili olarak öğrencilerin kavramsal anlamalarındaki değişim ortaya konulmaya çalışılacaktır.

### **1.4. Araştırmanın Önemi**

Enerji kavramı ve enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği geçmişten bugüne dünyanın en önemli konularından ve sorunlarından biri olmuştur. Enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, petrol, kömür, nükleer enerji gibi kendini yenileme durumu olmayan kaynakların bilinçsizce kullanılması, bu kaynakların çevreye ve atmosfere verdiği kirlilik gibi etkenler insanları farklı enerji kaynaklarını kullanmaya yönlendirmiştir. Günümüzde enerji insanlar için hava, su ve gıdadan sonra en önemli ihtiyaç olarak nitelendirilmektedir (Kalyoncu ve ark., 2009).

Dünyanın devamlı artan enerji ihtiyacını karşılamak için bilim adamları enerji kaynaklarının kullanımını her alanda arttırmak adına birçok çalışmalar yapmışlardır ve güneşten faydalanmak için güneş pilleri, rüzgardan faydalanmak için rüzgar değirmenleri kullanımı gibi projeler geliştirmişlerdir. Artık her ülke, geleceği için uygun enerji stratejileri belirlemektedir. Aynı zamanda geleceğiyle ilgili kararlar alırken enerji üretimi ve tüketimini de dikkate almaktadır.

Son yıllarda pek çok ülkede sosyal ve ekonomik gelişmelere bağlı olarak enerji kavramının eğitsel boyutu da önem kazanmıştır. Bu yüzden son yirmi yıldır yapılan çalışmalarla enerji ve enerjiyle ilgili kavramlar üzerine yoğunlaşmıştır (Kevser, Özmen ve Akdeniz, 2003). Öğretmenler, politikacılar ve toplumun her kesimi günümüz şartlarında

artan enerji ihtiyacı ve enerji kaynaklarımızın azalmasına bağlı olarak öğrencilerin enerji konusunda yeterli bilgi, beceri ve yeterliliğe sahip olması noktasında hemfikirdirler. Buna paralel olarak ilgili literatür de bu problem durumlarının analizi ve çözüm yollarına dair pek çok çalışma olduğu görölmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmaların özellikle enerji ve enerjiyli ilişkili kavramların nasıl öğretilmesi gerektiği (Özmen ve Karamustafaoğlu, 2006; Aydın ve Balım, 2005; Yürümezoğlu ve ark., 2007; Berber ve Sarı, 2009; Trumper, 1996; Hırça ve ark., 2008; Gülçiçek ve Yağbasan, 2004) ve öğretmen veya öğretmen adaylarının enerji kavramını algılama düzeyleri (Köse ve ark., 2006; Trumper, 1998; Gürdal ve ark., 1999) üzerine yoğunlaştığı görölmektedir. Bu çalışmada, enerji ve enerji ile ilgili kavramların farklı öğrenim seviyelerinde anlaşılma düzeyleri, mevcut kavram yanlışları ve bu öğrenim seviyelerine bağlı olarak kavramsal anlamada meydana gelen değişimi ortaya konulacaktır.

Bununla beraber ilgili literatür de enerjinin öğretilmesi ve öğrenimi ile ilgili çalışmaların çoğunlukla ilköğretim ve ortaöğretim seviyesinde farklı sınıflarda ayrı ayrı ele alınarak incelemesi, bu çalışmanın ise ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim seviyesindeki farklı öğrenim durumlarını bir arada incelemesi açısından çalışmanın gerekçesini ve önemini farklı bir yönden ortaya koymaktadır.

### **1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları**

1. Bu araştırma, Arsin' de bulunan bir ilköğretim okulunda öğrenim gören ilköğretim son sınıf öğrencileriyle Trabzon il merkezine bağlı bir lisede eğitim gören lise son sınıf öğrencileri ve Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlarında eğitim gören üniversite son sınıf öğrencilerini kapsayan sınırlı bir çalışmadır. Bu nedenle sonuçların genellenmesi amaçlanmamaktadır.
2. Gerek testi cevaplayan gerekse mülakata katılan ilköğretim öğrencilerinin konuya ait kelime dağarcığının yeterli olmaması, düşüncelerini tam olarak ifade edememelerine sebep olabilir.



## 1.6. Araştırmanın Varsayımları

1. Örneklemenin kavramları bildikleri kabul edilmektedir.
2. Alt sınıftaki öğrencilerin üst sınıf seviyesine geçtikleri zaman aynı konu içeriğini görecekları kabul edilmektedir.
3. Soru sayısının kavram sayısına göre fazla olmasının öğrenciler için bir sorun teşkil etmediği kabul edilmektedir.
4. Araştırmada kullanılan testin amaca uygunluğunun tespitinde, pilot çalışma sonuçları ve uzman görüşleri yeterli olduğu kabul edilmektedir.

## 1.7. İlgili Literatür

Bu bölümde öncelikle araştırma konusu olan enerji, enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü kavramları hakkında kısa bilgiler verilmiş, ardından bu kavramlarla ilgili olarak literatür de bulunan çalışmalar sunulmuştur.

### 1.7.1. Enerji Nedir

Enerji kavramı doğa biliminde yer alan İş, Güç, Hareket, Fotosentez, Kimyasal Reaksiyonlar, Kimyasal Bağlar gibi konuların temelini teşkil etmektedir (Else, 1988; Watts, 1983). Bu özelliğinden dolayı enerji disiplinler arası birleştirici bir kavramdır.

En genel tanımıyla enerji kavramı fizik ders kitaplarında; iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Trefil ve Hazen, 2004). Aynı zamanda, hareket ederken, ısınırken ve aydınlanma için kullanılan; ses, ısı ve ışık gibi etkileriyle hissedilen ve hesaplanabilen; kinetik, potansiyel, elektrik, ısı ve nükleer enerji gibi çeşitleri bulunan bir büyüklük olarak da tanımlanmaktadır (Şahan ve Tekin, 2007). Biyoloji konularında enerji; canlıların yaşaması için gerekli olan ve temel kaynağının güneş olduğu bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Sağdıç, Bulut, Korkmaz, Börü, Öztürk ve Cavak, 2007). Kimya konularında ise, kimyasal tepkime sırasında atomlar arasındaki bağların kırılması için gereken ve yeni bağların oluşması sırasında çevreye verilen ısı şeklinde tanımlanmaktadır (Karaca ve Göktan, 2007). Bu bağlamda enerjinin fen eğitiminde en önemli konulardan biri olduğu, bütün fizik konularının bu konu başlığı altında ele alınabileceği, aynı şekilde

doğadaki enerji döngüsünün biyolojinin en önemli konusu olduğu belirtilmektedir (Köse ve ark., 2006).

Enerji kavramı çeşitli konuların içeriklerinde alt başlıklar halinde yer almaktadır. Bu nedenle enerji kavramının öğrenci zihninde farklı bir şekilde yapılandığı ve konular arası ilişkilendirmede güçlükler ortaya çıktığı belirtilmektedir (Ayas ve ark., 2002). Enerji ve enerji konusuyla ilişkili kavramların öğretiminde ortaya çıkan problemler ilköğretimden üniversite seviyesine kadar her aşamada görülmektedir (Konuk ve Kılıç, 1998; Ayas ve ark., 2002).

### 1.7.2. Enerji Kaynakları

Dünyayı diğer gezegenlerden farklı kılan, canlıların yaşaması için gerekli ortamın yanında çeşitli enerji kaynaklarını da barındırmasıdır.

Uygarlık tarihinin incelenmesi, enerji kaynağı olarak çeşitli yakıtların ya birincil olarak veya ikincil olarak kullanıldığını göstermektedir. Geçmişe göz attığımızda insanoğlunun taş kömürü, petrol, orman ürünleri, hayvan atıkları gibi birçok enerji kaynağından faydalandığı görülmektedir (Göktun, 1983).

Günümüzde, endüstrileşme süreci ve dünya nüfusunun hızla artışıyla birlikte yeni enerji kaynaklarına ve özellikle de çevre kirliliği oluşturmeyen enerjiye olan gereksinim de hızla artmaktadır (Göksu, 1986).

Enerji kaynaklarını yenilenemeyen enerji kaynakları ve yenilenebilen enerji kaynakları olarak ikiye ayırmak mümkündür.

Petrol, kömür, doğalgaz, nükleer enerji, hidrolik santraller yenilenemeyen kaynaklardır. Yenilenebilir enerji, doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağını ifade etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde hidrojen, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga ve gel-git gibi kaynaklar sıralanmaktadır.

İnsanlığın doğuşundan beri son derece güvenilir ve çevre kirliliği oluşturmeyen sonsuz enerji kaynağı güneştir. Bitkiler, dünyanın oluşumundan beri güneş enerjisini fotosentez olayında kullanıp biyokütle enerjisine dönüştürmektedir. Eski çağlardan bu yana insanlar da bu enerjiyi önceleri ateş şeklinde ısı enerjisine, daha sonra ısıyı, elektrik enerjisine çevirmeyi öğrenmişlerdir.

Yeryüzünden kilometrelerce uzakta olan güneş, nükleer yakıtlar dışında dünyada kullanılan yakıtların ana kaynağıdır ayrıca dünyamıza ve diğer tüm gezegenlere enerji veren sonsuz denilebilecek bir yeterliliğe sahiptir. İçinde sürekli olarak hidrojenin helyuma dönüştüğü füzyon reaksiyonları gerçekleşmektedir ve oluşan kütle farkı ısı enerjisine dönüşerek uzaya yayılmaktadır.

Yeryüzünün ihtiyaç duyduğu enerjinin tümü güneşten gelmektedir. Güneşten gelen enerjinin yaklaşık %1-2' si rüzgar enerjisine dönüşür. Yani rüzgar enerjisi kinetik enerjiye dönüşmüş güneş enerjisidir denilebilir. Güneş enerjisinin yanında hidrojen enerjisinin kullanımı sınırsız kaynağa sahip olan ve havayı kirletmesi açısından içten yanmalı motorlarda kullanılan diğer alternatif yakıtlara göre pek çok avantaja sahip hidrojenin, içten yanmalı motorlarda kullanım çalışmalarına 1900'lerde başlanmış ve günümüzde de yoğun bir şekilde devam etmektedir (Uğurlu, 2006). Ayrıca biyokütle enerjisi enerji kaynakları içerisinde önemli potansiyele sahip bir enerji kaynağıdır. Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan üretilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanır (Uğurlu 2006).

Bilindiği gibi hayvansal ve bitkisel organik atık maddelerin çürütülmesiyle oluşan metan gazı çevreye zarar veren bir etkidir. Ancak aktif gazın depolanması, depolanan gazların arıtılması ve daha sonra oluşan metan gazın yakılması yoluyla enerjiye dönüştürülmesi sağlanabilmektedir. Bu yolla elde edilen enerji kaynağı biyogaz enerjisidir.

Jeotermal enerji ise temelde dünyanın alt katmanlarında bulunan ve önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilen bir çeşit termal enerjidir. Bu enerji kaynağı eskiden su ve yeryüzü ısınmasında, tıbbi amaçlı tedavilerde ya da pişirme amacıyla kullanılmaktadır.

Ekonomik gelişmenin özünü "insani gelişmenin" oluşturduğu ve "sürdürülebilir" ekonominin ise doğal kaynakların etkili korunması ve eşit şekilde paylaşılması ile doğrudan ilgili olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle çevre eğitimi ve yenilenebilir enerji bilinci kalkınmanın önemli bir aracı olarak kabul edilmektedir (Sauve, 1996).

Enerji kaynaklarının bilinçsiz kullanımı doğada onarılamaz tahribatlara neden olmaktadır. Bazı enerji kaynakları yenilenebilir olsa bile bu kaynaklardan enerji elde etmek için kullanılan araçlar doğayı olumsuz etkiler. Hangi enerji kaynağı kullanılırsa kullanılsın sonuçta bu kaynakların tasarruflu kullanımı her zaman için önem taşımaktadır (Kalyoncu ve ark., 2009). Enerjinin sürdürülebilir denetimini sağlama arayışı karşısında, her

tüketicinin davranışlarını değiştirmek ve daha etkili enerji politikası belirlemek son derece önem arz etmektedir. Vatandaşların davranışlarını derinliğine değiştirmeyi sağlayacak en önemli olgu en küçük yaştan başlayıp bir ömür boyunca verilecek olan sürdürülebilir enerji eğitimidir. Fakat ilköğretim programlarının genel hedeflerine bakıldığında, çevre kavramına yer verildiği söylenebilir. Ancak, temiz enerji açısından programlarda yer alan öğrenci kazanımları çoğunlukla güneş ve jeotermal enerji üzerinde yoğunlaşmış, ancak diğer yenilenebilir enerji kaynakları olan rüzgâr, biyo-enerji, su ve gelgit enerjisi ile ilgili kazanımlara yer verilmemiştir (Tanrıverdi, 2009).

### 1.7.3. Enerji Korunumu

Doğanın en temel yasaların biri, enerjinin korunumu yasasıdır. Bu yasa, bir etkileşim sırasında, enerjinin bir biçimden başka bir biçime dönüştürülebileceğini, fakat toplam miktarının sabit kalacağını belirtir (Sarı ve ark., 2007; Özmutlu, 2010).

Yalçın (1985) enerjinin korunumu ilkesi bağlamında enerji kavramının kinetik ve potansiyel enerji gibi doğrudan doğruya gözlenenlerden farklı olanları da içerecek şekilde genelleştirildiğini ve bu şekilde, cisimlerin hareket halinde, mekanik olmayan veya hareketlerini doğrudan doğruya gözlemleyemediğimiz diğer fizik olaylara da bağlanmış olduğunu belirtmektedir. Bir sistemdeki enerji çok farklı türler halinde bulunabilir ve bu enerji türleri kendi aralarında dönüşüme uğrayabilir. Örneğin elektrik enerjisi ısıya, ampulde ışığa, çamaşır makinesinde ise hareket enerjisine dönüşür. Ancak, bu dönüşümlerde toplam enerji daima sabittir yani bir tür enerji azalırken başka bir tür enerji aynı oranda artar.

Fizik, Kimya ve Biyolojinin önemli bir konularından olan enerjinin korunumunun öğretimi sırasında bazı zorluklarla karşılaşmaktadır. Boyes ve Stanisstreet' e (1990) göre öğrenciler kanunları tabiattaki nesnelere tanımlanmasından ziyade, çoğunlukla yasal terimler olarak anlamaktadırlar. Bunun aksine, Watts (1983) ise enerjinin soyut bir kavram olmasından dolayı öğrencilerin enerji kavramını olayların oluşmasına neden olan ve nesnelere depo edilen bir şey olarak ifade ettiklerini belirtmiştir.

#### 1.7.4. Enerji Depolanması

Ant (2005) enerjinin etrafımızda bulunabileceği değişik türlerini anlayabilmenin, aynı enerjinin farklı şekillerde depolanma yollarını anlamakla mümkün olacağını belirtmektedir. Bu noktadan hareketle enerjinin döngü içerisinde depolanma şeklini anlatmak gerekirse; yediğimiz yiyecekler, ışık enerjisinin bitkiler tarafından kimyasal enerjiye dönüştürülmüş şeklidir. Vücudumuzda bu yiyeceklerde bulunan enerjiyi alarak yaşamımızı sürdürürüz. Arabamızda kullandığımız petrolde de bir zamanlar canlılar tarafından kimyasal enerjiye dönüştürülmüş enerji saklıdır. Arabamızın motoru, bu enerjiyi çıkararak arabanın hareketini sağlar (Balkan ve Erol, 2005). Benzer olarak; kimyasal enerji şeklinde depolanan pillerimizdeki enerjiyi pek çok yerde kullanmaktayız. Fosil yakıtların içerisindeki enerji, bir zamanlar canlıların ışık enerjisini alıp, kimyasal enerjiye depoladığı maddelere dayanır.

#### 1.7.5. Enerji Dönüşümü

İnsanoğlu, dünyanın oluşumundan beri güneş enerjisini dolaylı olarak kullanmaktadır. Bitkiler, Dünyanın oluşumundan beri güneş enerjisini fotosentez olayında kullanıp biyokütle enerjisine çevirmektedir. İnsanlar enerjiyi önceleri ısı enerjisine (ateş), daha sonra da ısıyı, elektrik enerjisine dönüştürmeyi (buharla işleyen jeneratörler) öğrenmişlerdir (Balkan ve Erol, 2005).

Günümüzde karşılaştığımız birçok olayı, enerji açısından incelediğimizde enerjinin, bir türden diğer bir türe dönüştüğünü görürüz. Yaşamımızı sürdürebilmemizde Güneş en önemli enerji kaynağımız olmakla birlikte, Dünyamızda enerji ihtiyacımızı karşılayacak farklı kaynaklar mevcuttur. Fosil yakıtlar, rüzgar enerjisi gibi bazı enerji kaynakları, insanların ihtiyaçlarını karşılamak için diğer enerji türlerine dönüştürülerek kullanılır (Kalyoncu ve ark., 2009).

Enerji dönüşümü, enerjinin bir formdan başka bir formuna (örneğin çekim potansiyel enerjisinden kinetik enerjiye) geçmesi veya enerjinin bir sistemden bir başka sisteme transferi demektir. Bir pildeki kimyasal enerjinin elektriksel enerjiye, barajdan aşağıya doğru akan bir suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşmesi burada örnek olarak verilebilir (Kurnaz, 2007).

Ant (2005) ise enerji dönüşümünü açıklarken, güneşin yapısında bulunan madde enerjisinden yola çıkarak, bu enerjinin dünyamıza ışık enerjisi olarak geldiğini daha sonra, fotosentez yapan bitkiler gibi bazı canlılar aracılığıyla kimyasal enerjiye dönüştürüldüğünü ve bu sayede ışık enerjisinin besinlerin ve petrol gibi fosil yakıtların yapısına katıldığını belirtmiştir. Güneşten sağlanan ışık enerjisinin, fiziksel ve daha sonra da insanlar tarafından kimyasal enerjiye dönüştürülmesinin çok daha dolaylı yoldan olduğuna şu örnek verilebilir; Işık, okyanuslardaki suyu buharlaştırır. Daha sonra yine ışığın atmosfere vermiş olduğu enerji ile oluşan rüzgarlar aracılığıyla, bu su buharı kaldırılıp taşınır. Yağış olarak dağın tepesine inen su, ırmaklar oluşturarak kendine bir yol bularak geldiği yer olan okyanuslara iner. Bu sırada ırmağa kurulan barajlar ile suya ışığın çok dolaylı yollardan vermiş olduğu fiziksel enerji, bir tür kimyasal enerji olan elektrik enerjisine dönüştürülmüş olur. Bu, insanların enerjilerini elde ettiği en önemli yöntemlerden biridir. Hidrolik santraller, (barajlar) insanların tüm elektrik üretiminin % 19' unu sağlamaktadır (İskender, 2005).

#### **1.7.6. Enerji Kavramı ile İlgili Eğitim Alanında Yapılan Çalışmalar**

Günlük yaşamda çok fazla kullanılan enerji kavramı Fen ve Teknoloji ders müfredatının da temel konularında biridir. Bu konu daha sonraki öğretim yaşamında öğrencilerin karşısına ortaöğretimde fizik, kimya, biyoloji derslerinde çıkmaktadır. Bu konunun öğretimi kendi içerisinde bazı problemleri içermektedir. Bu konunun fizik ve kimya derslerinde farklı konu başlıkları altında ve farklı disiplinlerle öğretimi de bu konunun öğretiminde bazı zorlukların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Enerji kavramıyla ilgili yapılan çalışmalar çoğunlukla fizik alanında yapılmıştır (Solomon, 1982; Watts ve Gilbert 1983; Solomon, 1985; Turgut, 2001; Duit, 2009; Mann, ve Treagust 2010). Aydın ve Balım (2005) enerji kavramının entegre bir şekilde verilmesinin enerji ve enerjiyle ilişkili diğer kavramların öğretilmesine yardımcı olacağını belirtmiştir. Ayrıca, ilköğretim fen programında bulunan enerji kavramlarının, bir bütünlük içinde ele alınarak düzenlenmesi gerektiğine dikkat çekilmektedir. Bu durumu destekler nitelikte olan ve Kayalı ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışma da, ilköğretim ve ortaöğretimde enerji konusunun öğretiminde entegrasyonun sağlanamadığı sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra Yürümezoğlu ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin enerji ve enerji ile ilgili kavramları algılamalarında, öncelikle birbirine yakın

olan kavramları birbiri yerine kolaylıkla kullanma sıkıntısını beraberinde getirdiği belirlenmiştir. Buradaki zorluğun enerji kavramının oluşum sürecindeki deneyimlerimizin yapılanmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu noktadan hareketle Yürümezoğlu ve arkadaşlarına göre, öğrencilerin zihinlerindeki kavramların nasıl yapılandığının bilinmesi, sınıf içindeki öğretmene öğrencilerin kavramları yapılandırmalarına yol gösterecek, diğer taraftan program uzmanlarına programların iyileştirilmesi ve güncelleştirilmesi konusunda faydalı olacaktır.

Enerji ile ilgili farklı kavramların öğretilmesi ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada, Solomon (1985) ilköğretim son sınıf düzeyindeki öğrencilerle 1 yıl süren aksiyon araştırmasında enerjinin depolanmasıyla ilgili öğrencilerde yanlış anlamaların olduğunu belirlemiştir. Öğrencilerin çoğu yakıt, besin ve uranyumunda enerjinin depolanabileceğini söylemişlerdir. Bu durumun sebebi ise, günlük hayattaki deneyimler ve enerji korunumu konusunun enerji dönüşümü ve enerji transferi konularından önce işlenmemesine bağlı olarak açıklanmıştır. Bu çalışmanın devamı niteliğinde olan çalışmada, Solomon (1985) bu sefer İngiltere’deki dördüncü sınıf öğrencileriyle üç yıl süren bir çalışma yapmıştır. Bu çalışma, öğrencilerin enerji konusu ile ilgili kavramları hakkında yapılan ilk sistematik çalışmalardan birisidir. Solomon bu araştırma sonucunda, öğrencilerin enerjinin depolanabileceğine inanmadıklarını tespit etmiştir. Örnek olarak, birçok öğrencinin yiyeceklerin ve gazy yağının enerji içermediğini fakat enerjiye neden olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Bununla birlikte, bazı öğrenciler serbest kalıncaya kadar, enerjinin gerçek enerji olmadığını ifade etmişlerdir. Yine Solomon (1982) başka bir çalışmada, enerji konusunun soyut kavramları kapsamı nedeniyle öğrencilerin enerji konusuyla ilgili kavramları düşünmeden ezberlediklerini belirlemiştir. Bunun önüne geçmek için enerji konusunun alt birimlere ayrılması gerektiğini savunmaktadır. Solomonun çalışmasına benzer bir çalışma, Watts (1983) tarafından yapılmış ve çalışmasının sonunda bazı öğrencilerin enerji kavramını sadece bir insan niteliği olarak düşündüklerini, bazılarının ise enerjiyi olayların oluşmasına neden olan nesnelere depo edilen bir şey olarak ifade ettiklerini belirlemiştir. Diğerlerinde ise; enerji hakkında aktivite ve hareket ile bağlantılı olarak bazı şeyler yapabilen bir çeşit yakıt olduğu görüşüne sahip olduklarını saptamıştır. Öğrenciler enerjinin korunumunu hiç düşünmemişler ve enerjiyi duman gibi fark edilebilir bir ürün olarak farz etmişlerdir. Bununla birlikte Özmen ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada da enerji konusunun sistematik olarak, sade bir dille anlatılması gerektiği ve günlük konuşma dilindeki kavramını kullanmanın daha yararlı

olacağı ifade edilmektedir. Trumper (1991) ise yaptığı çalışmadan hareket ederek, 5. Sınıflara enerji ve enerji ile ilişkili konuların neden-sonuç çerçevesinde verilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Enerji kavramının nitel ve nicel boyutlarının anlaşılma düzeyleri belirlenmesi gereken bir kavramdır. Goldring ve Osborne (1994) ortaöğretim son sınıf seviyesinde 75 öğrenci üzerinde, enerji kavramını ve enerjiyle ilişkili kavramları kapsayacak şekilde öğrencilerin niteliksel ve niceliksel nedenleri açıklamalarındaki yeterliliği ölçmek amacıyla yapmış oldukları çalışma sonucunda, öğrencilerin yarısından çoğunun fizik dersinde sorulan enerji konusuyla ilgili formülleri bildikleri ve ilgili problemleri çözdükleri belirlenmiş fakat konuyla ilgili temel prensipleri içeren bilgileri anlamada kavram yanılğılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Enerji kavramının öğrenciler tarafından anlaşılma düzeylerinin belirlenmesine yönelik Gayford (1986) bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada enerji kavramının öğrenciler tarafından anlaşılmasının zor olduğu sonucuna varılmıştır. Bu duruma, öğrencilerin edindikleri deneyimlerden yola çıkarak enerji kavramının yerine alternatif kavramlar kullanmalarından kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu çalışmayı destekler nitelikteki çalışmada, Duit (1984) (i) enerji (ii) enerji transferi (iii) enerji dönüşümü (iv) enerji transferi (v) enerji indirgenmesi kavramlarının Almanya ve Filipinler’ de öğrenim gören ilköğretim seviyesindeki toplam 400 öğrenci tarafından anlaşılma düzeylerini belirlemeye yönelik olarak yapmıştır ve öğrencilerin büyük bir kısmının enerjiyi daha çok yüzeysel ve ezber verilen cevaplar şeklinde tanımladığını, enerji kavramını fizik, kimya ve biyoloji derslerinde öğrenilen bilgilerden ziyade, günlük yaşamdaki bilgileriyle açıkladıklarını ve güç ve kuvvet kavramlarını enerjiyle aynı anlamada kullandıklarını belirtmiştir.

Yukarıdaki çalışmalara bakıldığında enerji kavramını açıklarken öğrencilerin daha çok gündelik yaşamlarından elde ettikleri deneyimlerin etkisi olduğu görülmektedir. Watts ve Gilbert (1983) tarafından yapılan bir çalışmada öğrencilerin enerji kavramını açıklarken daha çok insan ve besin merkezli açıklamalarda bulunmaları bu durumu destekler niteliktedir. Buna paralel olarak Gilbert ve Watts (1983)’ in yapmış oldukları çalışmadaki, enerji kavramının öğrenciler tarafından genelde hareket ve yaşamla ilişkili olduğu, İş yapan cisimlerde enerji olduğu, enerjinin bir formdan başka bir forma dönüşebildiği şeklinde algılandığı belirlenmiştir. Benzer bir çalışma Steady (1980) tarafından sekiz ile on üç yaşlar arası öğrenciler üzerinde yapılmış ve bu yaş aralığındaki öğrencilerin enerji kavramının daha çok canlılık ve yaşam ile ilişkilendirildiği ortaya konulmuştur. Mann, ve



Treagust (2010) ilköğretim düzeyinde otuz öğrenci üzerinde yaptıkları çalışmada, öğrencilerin büyük bir kısmının besinlerden enerji elde edilemeyeceği, oksijen veya havadan enerji elde edilebileceği, enerjinin korunamayacağı gibi yanlışlara sahip olduklarına dikkat çekilmiştir. Öğrencilerde oluşan bu gibi yanlış anlamalarının nedenlerinin belirlenmesine yönelik olarak Domonech ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada ise öğrencilerin enerji kavramının günlük yaşamdaki kullanımıyla bilimsel anlamdaki kullanımı arasında anlam karmaşasına düştükleri sonucuna varmışlardır. Ayrıca öğrencilerin derste öğrendikleri enerji kavramını doğa olaylarını açıklamada kullanamadıklarını belirlemiştir.

Dumanoğlu (1997) tarafından yapılan çalışma sonucunda enerji ve enerjiyle ilgili kavramların öğretmenler tarafından anlatılmasında, öğrencilerin ise anlamakta güçlük çektikleri ortaya çıkmıştır. Yapılan bu çalışma, enerji kavramının anlatılmasında çekilen güçlüğü ilkokuldan gelen öğrencilerde enerji ile ilgili kavramların tam yerleşmediği düşüncesini ortaya koymaktadır. Ayrıca fen programlarına ait temel yapı lise düzeyine gelene kadar pekiştirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Bir diğer sonuç ise, özellikle kentlerden köylere doğru gittikçe enerji konusunun anlaşılma oranının artmakta olduğudur. Bu soruna çözüm noktasında ise, Trumper (1996) yapmış olduğu çalışmadan yola çıkarak enerji öğretiminin günlük insan merkezli öğrenme stratejisinden başlayıp, bilimsel temeli olan, enerji dönüşümünü ve enerji korunumunu içine alan öğrenme sürecine planlı bir şekilde geçilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Enerji kavramı fen konuları içerisinde şüphesiz en önemli kavramların başında gelmektedir. Enerji konusunda görülen yanlışlar diğer konularda da yanlış anlamaların oluşmasına sebep olmaktadır. Aydoğan ve ark. (2003) tarafından yapılan ve ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik olan çalışmada ise ısı moleküllerin toplam kinetik enerjisi, sıcaklıkta bir maddenin kinetik enerjisinin bir ölçütü olmasına rağmen uygulamada öğrencilerin büyük bir bölümünün sıcaklığı bir çeşit enerji olarak değerlendirmiş ayrıca öğrencilerin büyük bir çoğunluğu da ısıyı maddedeki toplam potansiyel enerji olarak nitelendirmişlerdir. Enerji kavramının farklı disiplinlerdeki önemini bağlamında Tekkaya ve Balcı (2003) tarafından öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanmasına yönelik yapmış olduğu çalışmada, öğrencilerin fotosentez konusunu işlemeden önce enerji konusunda bilgi sahibi olmaları gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu paralelde olan çalışmada, Bacanak ve ark. (2004) tarafından ilköğretim öğrencilerinin fotosentez ve solunum konularındaki

kavram yanlışlarının belirlenmesi üzerine yapılmış ve örneklemdaki öğrencilerin, insanların enerjilerini et ve patates gibi besinlerin yanında, su, hava ve hatta güneşten elde ettiklerini düşündükleri belirlenmiştir. Benzer bir çalışma Gültepe ve ark. (2008) tarafından yapılmış ve mitokondrinin solunumdaki rolü hakkında öğrencilerin çok azının bilgi sahibi olduğu, bilenlerinse özellikle enerji kavramı hakkındaki bilgilerinin eksik olduğu sonucuna varılmıştır.

Enerji konusunun kimyadaki çözeltiler konusunu anlamaya etkisini belirlemeye yönelik Ebenezer ve Fraser (2001) çözeltilerinde meydana gelen enerji değişimiyle ilgili olarak kimya mühendisliği birinci sınıf öğrencilerinin anlama düzeylerini belirlemek amacıyla bu çalışmayı yapmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda çözünme işlemleriyle ilgili olarak öğrenci kavramlarının 4 tanımlı kategoriden oluştuğu tespit edilmiştir. Bunlar ise şu şekilde sıralanmıştır; enerji veririz, su enerji verir, tuz enerji verir, reaksiyon enerji verir. Öğrencilerin buradaki sistemlerle ilgili olan açıklamalarında, elektrostatik kuvvet, moleküler bağ enerjisi, potansiyel enerji, aktivasyon enerjisi gibi soyut kavramları kullandıkları ortaya çıkarılmıştır. Her ne kadar öğrenciler her bir etkinlik için kavramları kullansalar da, her bir etkinlikte kullanılan kavramlara aynı anlamı vermedikleri de tespit edilmiştir.

Liu, Ebenezer ve Fraser, Ebenezer ve Fraser tarafından yapılan çalışmanın devamı olarak mühendislik fakültesindeki öğrencilerin enerji kavramıyla ilgili olan yapısal özelliklerini önceki çalışmada kullanılan örneklem grubu üzerinde çalışılarak incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre ise öğrencilerin enerji dönüşümü ve korunumuyla ilgili tam bir anlama gösterdikleri sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra, her ne kadar mülakat boyunca ortaya çıkan 6 mikroskobik kategori ve paragraf yazılımı boyunca oluşan öğrenci kavramlarıyla ilişkili olarak oluşturulan kavram haritalarındaki enerji değişimiyle ilişkili olan spesifik zincirler arasında bir ilişki gözlemlendiyse de, mülakat esnasında oluşan 6 mikroskobik kategori ve paragraf yazılımları boyunca oluşan enerji korunumuyla ilişkili olan zincirler arasında bir ilişki gözlemlenmemiştir.

Gülçiçek ve Yağbasan (2004)' nin enerjinin korunumunun öğrenciler tarafından anlaşılma düzeyini belirlemeye yönelik olarak yapmış oldukları çalışmalarında, kavram testinde basit sarkaç sisteminde mekanik enerjinin korunumu ile ilgili test maddelerine verilen cevaplardan, öğrencilerin bir kısmının, korunumlu bir sistemde basit sarkaç hareketi yapan kütlelerin toplam enerjisinin değişebileceğini düşündüklerini ortaya çıkarmıştır. Sorulara cevap veren bazı öğrenciler ise, toplam enerji değerinin korunup-

korunmadığına karar verebilmek için sistemin korunumlu olmasının bilinmesinin yeterli olamayacağını belirtmektedir. Enerjinin korunumu ile alakalı olarak Solbes ve Tarın (1998) tarafından yapılan bir çalışmada ilköğretim öğrencilerinin çoğunun basit doğa olaylarını açıklarken bile enerjinin korunumu ilkesini bilmedikleri sonucuna varılmıştır. Enerjini korunumu ve enerji transferinin öğretiminde farklı yaklaşımlarla daha etkili öğrenmeyi sağlamak amacıyla Brook ve Wells (1988) tarafından ilköğretim son sınıflar üzerinde bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma 3 temel amaca yöneliktir; (i) öğrencinin yeryüzünde hiçbir şeyin vardan yok veya yoktan var olmayacağını benimsemesi (ii) enerji kavramının günlük yaşamda kullanımıyla bilimsel anlamdaki arasında entegrasyonunun sağlanması (iii) Öğrenciye enerjinin ‘Ne anlama’ geldiğinden ziyade ‘Nerede olduğu’ hakkında sorgulama, paylaşım ve eleştirel düşünme imkanı sağlamaktır. Bu amaçlar doğrultusunda öğrencilerle yaklaşık 1 ay boyunca günlük hayatta uygulamaya yönelik aktiviteler yapılmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen üç önemli sonuç aşağıda sunulmuştur:

1. Öğrencilerin kendilerinde var olan bilgileri yine kendileri değerlendirme imkanı bulmuşlardır.
2. Öğrenciler okul dışındaki gündelik hayatlarında kullanabilecekleri yeni bilgiler edinmişlerdir.
3. Öğrenciler bilimsel bilgilerin gündelik hayatta ne kadar gerekli olduğunun farkına varmışlardır.

Enerjinin korunumu ile ilgili enerji türleri olan potansiyel ve kinetik enerji fen öğretim programları incelendiğinde, enerji ile ilgili olarak en kolay anlatılan ve anlaşılabilir enerji kavramları olduğu ancak enerji kavramları arasındaki ilişkinin belli bir sıraya konulmadığı görülmektedir (Else, 1988; Dumanoğlu, 1997). Bu görüş ışığında Aşıcı ve ark. (2011) tarafından ilköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programında enerji kavramına yönelik yeterli vurgunun yapılmadığını belirlemeye yönelik yapmış oldukları çalışmada, enerji ile ilgili çok basit konuların kısaca, orta düzeyde zorluk arz eden konuların oldukça yoğun, nispeten zor konuların da yine kısaca ele alındığı ortaya konulmuştur. Enerji korunumu ve enerji dönüşümleri arasındaki ilişkinin anlaşılma düzeyi ile ilgili olarak yapılan çalışmada, Çoban ve ark. (2007) tarafından ilköğretim son sınıf öğrencilerinin enerjiyle ilgili görüşlerini belirlemeye yönelik yapılan çalışmada ise, mekanik anlamda enerji kavramına sahip olan öğrencilerin büyük çoğunluğu enerji

dönüşümünün adını doğru açıklayabilmekte fakat nedenini yeterince açıklayamadıkları sonucuna varılmıştır.

Enerjinin korunumuna yönelik bir diğer çalışma, Turgut (2001) tarafından yapılmış ve yapılandırmacı öğretim yaklaşımı ile modellenmiş etkinliklerin öğrencilerin “İş, Güç, Enerji” konularında Fen başarılarına ve kavramsal gelişimlerine, geleneksel öğretim yaklaşımına göre daha fazla etki ettiği sonucuna varmıştır. Yine benzer bir çalışmada Berber ve Sarı (2009) tarafından kavramsal değişim metinlerinin İş, Güç, Enerji konusunu anlamaya etkisi incelenmiş ve İş, Güç, Enerji konusu ile ilgili kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasında, kavramsal değişim yaklaşımlarından olan kavram değiştirme metinlerinin kullanımının geleneksel öğretim yaklaşımına göre daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Berber ve Sarı (2010) pedagojik-analojik modellerin İş, Güç, Enerji konusu ile ilgili kavramları anlamaya etkisi üzerine yönelik olarak yaptıkları çalışmada; İş, Güç, Enerji kavramlarını anlama açısından, pedagojik-analojik modellerin uygulandığı deney grubunun geleneksel öğretim yaklaşımının uygulandığı kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca model kullanımının geleneksel öğretim yaklaşımına göre daha etkili olduğu belirtmişlerdir.

Şüphesiz nitelikli bir öğretim için öğretmen adaylarının enerjiyi algılamalarının belirlenmesi de önemlidir. Bu amaçla Köse ve ark. (2006) fen bilgisi öğretmen adaylarının canlılardaki enerji kaynaklarıyla ilgili görüşlerine yönelik yaptıkları çalışmada, öğretmen adaylarını büyük bir çoğunluğunun bitkilerin ve hayvanların enerjilerini nereden sağladıkları ve enerji veren maddeler noktasında kavram yanılgılarına sahip olduklarını saptamışlardır. Bu durumu destekler nitelikte olan çalışma Ogborn’ın (1990) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmaya göre, öğretmenler ve öğrenciler enerjiyi değişimin nedeni olarak düşünmekte, öğrenciler enerjiyi canlı olmakla sahip olunan hayati bir olay olarak görmekte, enerji, aktivite, eylem, güç, kuvvet gibi sözcükleri birbirinin yerine kullanmaktadırlar. West (1981) tarafından İngiltere’de yaptığı bir çalışmada, ilkökul öğretmenlerinin çok az bir kısmının enerji eğitimi aldığını, fakat ortaöğretim düzeyindeki Fen Bilimleri öğretmenlerinin % 80’ nin enerji eğitimi adı altında kursa tabi tutulduklarını ve bu uygulama ile yaş gruplarına göre enerji kavramlarının hangi sıra ile verileceğinin öğrendiklerini ortaya koymuştur.

Enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, gelecek yirmi yılın en büyük problemi olarak görülmektedir. Değişen dünya şartları ve enerji kaynaklarının tükenmesine bağlı olarak sürdürülebilir enerji eğitiminin önemi her geçen gün artmaktadır. Sürdürülebilir enerji

eğitiminin niteliğini artırmada en önemli nokta, öğretmenlerin bu konuya yönelik algılama boyutlarını belirlemektir. Bu amaçla Liarakou ve ark. (2009) tarafından liselerde görev yapan öğretmenlerin sürdürülebilir enerji ile ilgili bilgi seviyelerine yönelik bir çalışma yapılmış ve öğretmenlerin sürdürülebilir enerji kaynakları hakkında bilgi sahibi olmalarına rağmen, bu kaynakların kullanımı ve ülke ekonomisine katkıları hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları sonucuna varılmıştır. Yine Chedid (2005) tarafından lise ve üniversite öğrencilerinin enerji teknolojileri hakkındaki bilgi düzeyini belirlemeye yönelik yapılmış olduğu durum analizinin sonucunda, öğrencilerin büyük bir kısmının sürdürülebilir enerji ve enerji teknoloji sistemleri hakkında yeterli bilgi sahibi olmadıklarını belirlemiştir.

Eğitim sistemi bireysel ve kolektif sorumluluk sağlayarak davranışta bir değişiklik yaratabileceğinden sürdürülebilir kalkınma hedeflerini anlamada ve yorumlamada sürdürülebilir enerji eğitimi önemli bir role sahiptir. Bu bağlamda Tanrıverdi (2009) tarafından sürdürülebilir çevre eğitimi açısından ilköğretim programlarının değerlendirilmesine yönelik bir çalışma yapılmış ve sürdürülebilir enerji noktasında yeterli konu ve öğrenci kazanımının yer almadığı belirlenmiştir. Bu eksikliğin çözümünde Toolin ve Watson (2010) tarafından, sürdürülebilir enerjiyle ilgili bir proje kapsamında öğrencilerin çevrelerini ve dünyayı nasıl değiştirebileceklerine yönelik olarak yapılmış oldukları çalışma sonucunda, öğrencilerin okulda enerji konusunda öğrendikleri bilgilerle güncel yaşamdaki enerjiyle alakalı sorunlar arasında bağlantı kurabildikleri belirlenmiştir.

### **1.7.7. Öğretim Programlarında Enerji**

İlköğretim fen ve teknoloji dersi 4-8. sınıflar öğretim programında, enerji ve enerjiyle ilişkili olan enerji kavramı, enerji korunumu, enerji dönüşümü, enerji kaynakları ve enerji depolanması gibi kavramlara yeterli vurgunun yapılmadığına bakıldığında; insandaki enerji kaynağı olan besin, 5. sınıfın ‘vücudumuz bilimcesini çözelim’ ünitesinde, besin içeriklerinin vücuttaki ağırlıklarının öncelikli görevlerini belirtmeye yönelik kazanımlarda yer almaktadır. Güneş enerjisi ise, 5. sınıfın ‘ maddenin değişimi ve tanınması’ ve 8. sınıfın ‘canlılar ve enerji dönüşümleri’ ünitelerine yer almaktadır. Bu ünitelerde, kökeni güneş olan enerji kaynaklarına ve üreticilerin fotosentez ile güneş enerjisinin kullanılabilir enerji dönüşümünü ifade etmeye yönelik öğrenci kazanımlarını içermektedir (MEB, 2008). Enerji dönüşümü ile ilgili ünitelerin tamamının 8. sınıfta olduğu görülmektedir. Sekizinci sınıfın ‘maddenin halleri ve ısı ünitesinde’,

elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşümüne, ‘canlılar ve çevre ilişkileri’ ünitesinde, fotosentez ile güneş enerjisinin kullanılabilir enerjiye dönüşümüne ve ‘yaşamımızdaki elektrik’ ünitesinde de elektrik enerjisinin ışık enerjisine dönüşümüne yönelik öğrenci kazanımları yer almaktadır (MEB, 2009). Enerji depolanmasına yönelik 8. sınıfta öğrenci kazanımlarının olduğu görülmektedir. Bu kazanımlar, sadece canlılar ve enerji ilişkileri ünitesinde, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarına yönelik örneklerle sınırlıdır. Yaşamımızdaki elektrik ünitesinde güç santrallerinde enerjinin nasıl üretildiği hakkında araştırma yapmaya yönelik kazanımlar bulunmaktadır. Enerji kavramı ile ilgili 5. ve 8. sınıflarda öğrenci kazanımlarına yönelik üniteler yer almaktadır. Beşinci sınıfın ‘maddenin değişimi ve tanınması’ ünitesinde güncel hayattan bazı örnekler verilerek enerji birimleri tanıtılırken, ‘vücudumuzun bilmecesini çözelim’ ünitesinde günlük enerji ihtiyacının beslenme ile ilişkisini kavramaya yönelik kazanımları içermektedir. Sekizinci sınıfın ‘canlılar ve enerji ilişkileri’ ünitesinde enerjinin canlıların yaşamları için önemine yönelik kazanımlar yer almaktadır. Enerji korunumu ile ilgili, sadece 7. sınıftaki ‘kuvvet ve hareket’ ünitesinde, enerji dönüşümlerinden hareketle enerjinin korunumuna yönelik kazanımlar bulunmaktadır (URL-4, 2011).

Enerji kavramının fizik, kimya ve biyoloji gibi farklı disiplinlerdeki öğretim programları incelendiğinde ağırlıklı olarak fizik ve biyoloji programlarında yer aldığı belirlenmiştir. Enerji kavramı, enerji korunumu, enerji dönüşümü ve enerji kaynakları gibi kavramlar, 9. sınıf fizik öğretim programının ‘enerji’ ünitesinde yer almaktadır. Bu ünite, enerji kavramıyla ilgili olarak, enerji’nin farklı şekillerde tanımları ve güç kavramını iş ve aktarılan enerji cinsinden açıklamaya yönelik kazanımları içermektedir (URL-8, 2011). Enerji korunumu ve enerji dönüşümleri ile ilgili; Farklı enerji türlerini belirlemeye ve enerjinin bir türden diğerine dönüşebileceğine ve yapılan işin harcanan enerjiye oranının verim olduğunu açıklamaya yönelik kazanımlarla çevresi ile etkileşmeyen yalıtılmış bir sistemdeki enerji miktarının daima sabit kaldığını anlamaya yönelik kazanımları da içermektedir. Ayrıca enerji kaynaklarında ise, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajlarını karşılaştırarak, yenilebilir enerji kaynaklarını kullanmanın farkına varılmasını sağlamaya yönelik kazanımları içermektedir (URL-6, 2011). Biyoloji 10. sınıftaki ‘canlılarda enerji dönüşümleri’ ünitesinde, enerji çeşitleri ve enerji dönüşümlerinin canlılar için önemine yönelik kazanımların yanında, ‘ekosistem ekolojisi’ ünitesinde de ekosistemde enerji akışı ve madde döngüsü ile ilgili olarak öğrenci kazanımları yer almaktadır (URL-7, 2011). Kimya da ise 10. sınıfta ‘kimyasal türler arası

etkileşim' ünitesi, kimyasal tepkimelerde enerjinin rolünü anlamaya yönelik kazanımları içermektedir (URL-5, 2011).

Enerji ve enerji ile ilişkili kavramlar, üniversite 1. sınıfta genel fizik, genel kimya, genel biyoloji ve ekoloji derslerinde yer alan ünitelerde verilmektedir. Genel fizik dersinde 'iş ve enerji' ünitesinde yer alan enerji konusuna yönelik olarak, biyofiziğin temel içeriğinde yer alan enerji olaylarını ve enerji kanunlarını açıklamaya yönelik kazanımlar yer almaktadır. Genel kimya dersinde enerji kavramı, 'kimyasal reaksiyonlar' ünitesinde yer almaktadır. Bu ünitedeki öğrenci kazanımı, kimyasal reaksiyonlarda enerjiyle ilgili genel bilgileri öğrenmeye yöneliktir. Genel biyolojide ise, 'metabolizma' ünitesinde hücre metabolizmasında gerçekleşen enerji olaylarını anlamaya yönelik kazanımlar yer almaktadır. Ekoloji dersi ise, 'besin zinciri ve enerji piramidi' ünitesinde ekosistemin özelliklerini tanıyabilme ve ekolojik döngülerin önemini açıklayabilmeye ilgili öğrenci kazanımlarını içermektedir (URL-3, 2011).

Özetle, bu çalışmada incelenen enerji ve enerjiyle ilgili kavramlar olan enerji korunumu, enerji dönüşümü, enerji kaynakları ve enerji depolanması gibi kavramlar, ilköğretimden itibaren öğretim programlarında yer almaktadır. Bu çalışmada, bu kavramların farklı öğrenim seviyelerindeki anlaşılma düzeyleri, mevcut kavram yanlışları ve kavramsal anlamdaki değişimleri ortaya konulmaya çalışılacaktır.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili olan enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü kavramlarının anlama düzeylerini belirlemek ve bu seviyeler arasındaki kavramsal değişimi ortaya koymaktır.

Bu bölümde yukarıda belirtilen amaca ulaşmak için yapılan çalışmalar ayrıntılı olarak sunulmuştur.

### 2.1. Araştırmanın Metodolojisi

Bu çalışmada, farklı öğrenim seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin enerji ve enerji ile ilgili kavramlar hakkındaki öğrenim düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak betimsel araştırmalardan gelişimci araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma, enerji kavramının öğrenim düzeylerinin belirlenmesine yönelik olarak bir örnekleme uzun süre çalışılarak gelişim düzeyinin ortaya çıkarılması yerine, örneklemin takip edeceği ona eşdeğer olabilecek örneklem üzerinde aynı zamanda devam edilmiş çalışmalardan oluşmaktadır (Çepni, 2009). Bu yolla, çalışmayı tamamlamak için aynı örnekleme takip etmek yerine, farklı yaş gruplarındaki örneklemle çalışılarak araştırma en erken sürede tamamlanmıştır. Bu özellikleri göz önüne alındığında çalışma, gelişimci araştırma yöntemi içinde enlemesine yapılmış bir çalışma özelliği taşımaktadır.

Gelişimci araştırmalar, bir durumla ilgili yeni bir özelliği keşfetmekten ziyade, ilgili durumun takibi ve izlenmesi üzerine odaklıdır. Ayrıca bu araştırmalar tanımlayıcı bir özelliğe sahiptir (Munn ve ark., 1990). Tanımlayıcı araştırmalar daha çok bireyleri, toplulukları, kurumları, metotları veya materyalleri karşılaştırmak, tanımlamak, sınıflamak, benzerliklerini veya farklılıklarını anlamak ve analiz etmek ve analiz sonuçlarını yorumlamak için yapılmaktadır (Çepni, 2009). Bu çalışma ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite seviyelerinde enerji ve enerji ile ilgili kavramların, öğrenilme düzeylerini belirlemek ve öğrenim seviyeleri arasındaki değişimleri ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Ancak bu çalışmada araştırmanın yapılacağı zaman diliminde aynı örneklem üzerinde çalışmak mümkün olmayacağından, çalışmanın amacına ulaşması açısından aynı



örneklemele çalışmak yerine, örneklemin takip edeceği öğrenim seviyelerine uygun örneklem üzerinde çalışılmıştır.

## 2.2. Araştırmanın Örneklemi

Bu araştırma, Trabzon il merkezinde bulunan bir ilköğretim okulu, bir lise ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi'nde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini, ilköğretim okulu ve lisenin rastgele seçilen birer son sınıfındaki öğrencilerle, Fatih Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı son sınıftaki öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğrenci sayıları ve cinsiyete göre dağılımları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırmanın örneklemi

Öğrenim Seviyesi	Cinsiyet		Toplam
	Kız	Erkek	
İlköğretim	21	15	35
Ortaöğretim	19	16	35
Üniversite	17	8	25

## 2.3. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, veri toplama aracı olarak kavramsal anlama testi ve bireysel tarzda yapılmış olan mülakat kullanılmıştır. Bu veri toplama araçlarına ait özellikler aşağıda belirtilmiştir.

### 2.3.1. Kavramsal Anlama Testi

Literatürde çoktan seçmeli testlerin, öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla kullanılabileceği belirtilmektedir (Treagust, 1988). Tamir (1971), kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla geliştirilen çoktan seçmeli bir testte çeldiricilerin literatürde ifade edilen kavram yanlışlarına ve öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevaplara dayandırılması gerektiğini savunmaktadır.

Öğrencilerin anlama seviyelerinin belirlenmesinde kullanılan bir diğer veri toplama aracı yazılı cevap gerektiren testlerdir. Bu tür testler, öğrencilere fikirlerini rahatlıkla ifade edebilme, cevaplarını açıklama, alternatif görüşlerini belirtme fırsatı sağlar (Ginns ve Watters, 1995).

Yapılan araştırmada, yazılı cevap gerektiren sorular kullanılmıştır. Çoktan seçmeli testler tek başına kullanıldıklarında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesine imkan sağlayabilir fakat bu yanlışların nedenleriyle ilgili bilgi verememektedir. Bu nedenle, bu araştırmada yazılı cevap gerektiren sorular tek başına ya da iki aşamalı sorular şeklinde; çoktan seçmeli soruya verilen cevabın açıklanması şeklinde kullanılmıştır. Bu araştırmada, iki aşamalı test soruları kullanılmasındaki en büyük etken, çoktan seçmeli test sorularının eksik noktalarını en aza indirmesidir. Ayrıca, bu tip sorular açık uçlu sorularda öğrencilerin o anda akıllarına gelmeyen noktaları hatırlamalarına ve cevabı nedenleriyle yazmalarına yardımcı olmaktadır.

Enerjiyle ilgili literatürde yer alan çalışmalarda kullanılan testler, daha çok enerji ve enerji ile ilgili kavramları farklı fen alanlarında ayrı bir şekilde ele almış veya sadece belli bir öğrenim seviyesindeki öğrenim durumlarının incelenmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu araştırmada, enerji ve enerjiyle ilişkili kavramlara yönelik sorular hazırlanırken, farklı alanlarda yer alan bu kavramların birbiriyle bütünlük içerisinde ve güncel hayattaki olayları açıklamaya yönelik olmasına dikkat edilmiştir.

Toplam 19 sorudan oluşan testin 4 sorusu, enerji kavramına yönelik olarak sorulan 3 tane açık uçlu soru ve 1 tane iki aşamalı test sorusunu içermektedir. Enerji kavramıyla ilgili soruları, enerji kaynağıyla ilgili sorulan 3 tane açık uçlu soru izlemektedir. Bu soruları, enerji korunumu ile ilgili sorulan 2 tane açık uçlu soru takip ederken, testin son 6 sorusunu enerji depolanmasıyla ilgili 2 açık uçlu ve 1 tane iki aşamalı test sorusu ve enerji dönüşümüyle ilgili 3 açık uçlu soru oluşturmaktadır. Test verilerinden elde edilen bulgular verilirken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmaların açılımı aşağıda verilmiştir. Örneğin, Tİ-1; “teste cevap veren ilköğretim öğrencilerinden birinci öğrenciyi simgelemektedir” şeklindedir.

T: Test, İ: İlköğretim son sınıf öğrencisi, O: Ortaöğretim son sınıf öğrencisi, Ü: Üniversite son sınıf öğrencisi, 1: Birinci öğrenci, 2: İkinci öğrenci, 3: Üçüncü öğrenci, 4: Dördüncü öğrenci, 5: Beşinci öğrenci

Bunların yanında, test soruları belirlenirken, Boyes ve Stanisstreet (1991), Köse ve ark. (2006) ve Yürümezoğlu ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmalardan da

yararlanılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan test sorularının güvenilirliğinin sağlandığı düşünülmüştür. Bunun yanı sıra test sorularının geçerliliği; uzman görüşleri, ilgili literatür ve pilot çalışmadan yararlanılarak sağlanmıştır. Ayrıca enerji ve enerjiyle ilgili kavramların testteki yerleri ve soru sayıları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2. Testte bulunan soruların araştırılan kavramlara göre dağılımı

İlgili Kavramlar	Soru Numaraları	Toplam Soru Sayısı
Enerji Kavramı	1, 2, 3, 4	4
Enerji Kaynakları	5, 6, 7	3
Enerji Korunumu	8, 9	2
Enerji Depolanması	10, 11, 12	3
Enerji Dönüşümü	13, 14, 15	3

Araştırmada kullanılan test ve cevapların kategorizasyonunda temel alınan cevap anahtarı Ek 1’de sunulmuştur.

### 2.3.1.1. Geliştirilen Test ile İlgili Pilot Çalışma

Pilot çalışma ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinden, her sınıf düzeyinden 15 öğrenci olmak üzere, toplam 45 öğrenci ile yürütülmüştür. Pilot çalışmada öğrencilere enerji, enerji kaynağı, enerjinin korunumu, enerjinin depolanması ve enerji dönüşümleri ile ilgili olarak toplam 16 temel soru sorulmuştur. Alt sorularla birlikte testte toplam 21 soru sorulmuştur.

Enerjinin dönüşümünün öğrenciler tarafından anlama düzeylerini belirlemeye yönelik olarak hazırlanan 13. sorunun (a) seçeneği, pilot çalışmanın uygulanmasında birkaç öğrenci dışında, tam olarak cevaplanamaması nedeniyle kaldırılmıştır. Benzer bir durumun meydana geldiği 16. soru, yalnızca 3 öğrenci tarafından cevaplandırılmış geriye kalan öğrenciler bu soruya cevap verememiştir. Böylece, bu sorunun da testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Bu iki soru dışında kalan sorular ana uygulamada değiştirilmeden kullanılmıştır. Ayrıca testle ilgili ana yönergenin düzeni, enerji ve enerjiyle ilgili kavramlar olan enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü gibi kavramlara yönelik olan sorularla şekillendirilmiş ve her kavrama ait olan

sorular birbirini takip edecek şekilde sıralanmıştır. Pilot çalışmada uygulanan test Ek 2' de sunulmuştur.

Pilot çalışmadan sonra testin son şekli 2 fizik öğretmeni, 1 kimya öğretmeni ve 2 biyoloji öğretmeni tarafından incelenmiş ve bu şekilde testin geçerliliği sağlanmıştır.

### 2.3.2. Mülakat

Bu araştırmada, ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramları anlama düzeylerinin belirlenmesinde kavramsal anlama testi yanında mülakatlar da kullanılmıştır.

Araştırılan bir konu hakkındaki duygu, düşünce ve inanışların neler olduğunu ortaya çıkarmak amacıyla, insanlarla iletişime girme işlemine mülakat denir (Çepni, 2009). Öğrencilerin kavram anlama seviyelerini ve yanılgılarını belirlemede, mülakat sıklıkla kullanılan bir tekniktir (Abdullah ve Scaife, 1997; Ayas ve ark., 2001). Bu teknik öğrencilerin bir kavramı anlama düzeylerinin yanı sıra, öğrencilerin cevaplarını gerekçeleri ile derinlemesine araştırma imkanı da sağlar (Abdullah ve Scaife, 1997; Ayas ve ark., 2001).

Öğrencilerin düşüncelerinin ayrıntılı bir şekilde araştırılması yaklaşımı ilk olarak Piaget tarafından geliştirilmiştir (Özmen, 2004). Öğrencilerin yanlış anlamalarıyla ilgili bilgi toplamanın yapılan bireysel mülakatlarla mümkün olabileceği, bu yaklaşımın bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mülakatlar uygulama şekillerine göre, yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olabilirler. Yapılandırılmış mülakatlarda ne tür soruların ne şekilde sorulup, hangi verilerin toplanacağını en ayrıntılı biçimde saptayan ve bu amaç için yapılmış olan bir mülakat planı süreç içerisinde herhangi bir değişime uğratılmadan aynen uygulanmaktadır. Yapılandırılmamış mülakatlar ise, açık uçlu soruların sorulduğu, tartışma ve keşfe yönelik bir mülakat türüdür (Bell, 1988). Bunların yanında yarı yapılandırılmış mülakatlarda araştırmacı, mülakat sorularını mülakata başlamadan önce hazırlar, fakat bireyler ve koşullara bağlı olarak bazı esneklik sağlayabilir. Önceden hazırlanmış soruların sırasını değiştirebilme ve soruları daha ayrıntılı olarak açıklayabilme ve gerektiğinde fazladan soru sorabilme olanakları vardır (Çepni, 2009).

Yarı yapılandırılmış mülakatın uygulandığı bu araştırmada mülakatlar bireysel olarak yürütülmüştür. Mülakatlar araştırmacı tarafından belirlenen kriterlere uygun olarak, her bir

öğrenim düzeyinden 5 öğrenci olmak üzere öğretmenler tarafından seçilen toplam 15 öğrenci ile yürütülmüştür ve her mülakat yaklaşık 45-50 dakika sürmüştür.

Mülakat verilerinden elde edilen bulgular sunulurken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmaların açılımı aşağıda verilmiştir. Örneğin, Mİ-1; “mülakat yapılan ilköğretim öğrencilerinden birinci öğrenciyi simgelemektedir” şeklindedir.

A: Araştırmacı (Mülakatçı), M: Mülakat, İ: İlköğretim son sınıf öğrencisi, O: Ortaöğretim son sınıf öğrencisi, Ü: Üniversite son sınıf öğrencisi, 1: Birinci öğrenci, 2: İkinci öğrenci, 3: Üçüncü öğrenci, 4: Dördüncü öğrenci, 5: Beşinci öğrenci

Mülakatlar genel olarak iki aşamada yürütülmüştür. Bu aşamalar:

1. Başlangıç olarak öğrencilere mülakatın yapılma sebebi hakkında bilgi verilmiştir. Öğrencileri ortama alıştırmak ve heyecanlarını yenmelerini sağlamak amacıyla araştırılan konuyla ilişkisi olmayan hususlarda konuşmalar yapılmıştır. Öğrencilerin mülakat için hazır oldukları hissedilene kadar bu sohbetler sürmüştür.
2. İkinci aşamada belirlenen sorular öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar doğrultusunda, gerektiğinde detaylı açıklama alabilmek için alt sorular da yöneltilmiştir.

Araştırmada kullanılan mülakat protokolü ekte ( Ek 3) sunulmuştur.

### **2.3.2.1. Araştırmada Kullanılan Mülakat İle İlgili Pilot Çalışma**

Mülakat çalışmalarına başlamadan önce mülakatın etkili ve daha verimli olarak yürütülmesini sağlamak amacıyla ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıftan, her seviyeden 2 öğrenci olmak üzere, toplam 6 öğrenci ile pilot çalışma yapılmıştır. Bu uygulama, mülakat sorularının anlaşılabilirliği, yeterliliği, sıralaması ve mülakat için gerekli olan ortalama sürenin tespiti açılarından faydalı olmuştur.

Öğrenci cevaplarından yola çıkılarak enerji kavramı ile ilgili bazı soruların ayrı ayrı sorulması yerine birleştirilerek bir soru içerisinde sorulmasına karar verilmiştir. Böylece, ayrı sorulduğunda cevaplandırılmayan bu soruların bir soru içerisinde birleştirilmesi, öğrenciye bilgiler arasında ilişki kurarak cevap verebilme, araştırmacıya da verilen cevapların nedenleri daha rahat inceleme imkanı sağlamıştır. Böylece her kavrama ait sorular, ilişkileri göz önüne alınarak, birbirlerini takip edecek şekilde sıralandırılmıştır. Pilot çalışmada kullanılan diğer mülakat sorularının içeriklerinde veya sıralamalarında

herhangi bir değişiklik yapılmadan asıl mülakatta kullanılmıştır. Pilot çalışmada kullanılan mülakat soru ve etkinlikleri Ek 4’ te verilmiştir.

## **2.4. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analizi**

Bu bölümde, öğrencilerin araştırılan kavramlarla ilgili anlama seviyelerini tespit etmek için kullanılan testten ve mülakatlardan elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğine dair bilgiler verilmiştir.

### **2.4.1. Uygulanan Testten Elde Edilen Verilen Analizi**

Öğrencilerin anlama düzeylerini belirlemek için açık uçlu sorulardan elde edilen verilerin daha düzenli ve organize halde sunulmasının, kategorilerin kullanılmasıyla mümkün olacağı ifade edilmektedir (Marek, 1986; Haidar ve Abraham, 1991; Abraham ve diğerleri, 1992). Marek (1986) bu kategorileri, özel yanlış anlama, kısmi anlama ve tam anlama olarak belirlemiştir. Haidar ve Abraham (1991) ise Marek (1986) tarafından “özel yanlış anlama” olarak ifade edilen kategorinin yerine “alternatif kavram yanlışları” kategorisini kullanmayı tercih etmişlerdir. Abraham ve diğerleri (1992) ise bu kategorileri biraz daha geliştirmişler ve anlamama, kavram yanlışları, bir özel kavram yanlışlığıyla kısmi anlama, kısmi anlama ve tam anlama kategorilerini oluşturmuşlardır. Bu çalışmada da açık uçlu sorulardan oluşan testin değerlendirilmesi için Abraham ve diğerleri (1992) tarafından belirlenen anlama seviyesi kategorileri kullanılmıştır. Tablo 3’te bu kategoriler ve içerikleri gösterilmiştir.

Tablo 3. Testte yer alan soruları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri

Anlama Düzeyleri	Puanlama Kriterleri
Tam Anlama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar</li> </ul>
Kısmi Anlama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar</li> </ul>
Özel Kavram Yanılgısıyla Kısmi Anlama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kavramın kısmen anlaşıldığını gösteren fakat aynı zamanda bir kavram yanılgısını da içeren cevaplar</li> </ul>
Kavram Yanılgısı	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bilimsel olarak yanlış olan cevaplar</li> </ul>
Anlamama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Boş bırakma, “bilmiyorum”, “anlamadım” benzeri ifadeler içeren cevaplar,</li> <li>Soruyu aynen tekrarlama,</li> <li>İlgisiz ya da açık olmayan cevaplar</li> </ul>

Analiz sırasında öğrencilerin teste verdikleri cevapların bu kategorilere göre dağılımları yüzde olarak belirlenmiş ve tablolar halinde sunulmuştur.

#### 2.4.2. Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analizi

Mülakatların analizi görüşmenin niçin oluşturulduğuna bağlı olarak şekillenebilir. Cohen ve Manion (1989) mülakatların analizi esnasında bireyin görüşmeler boyunca söylediklerinin tümünün aynen alınmasını uygun bulmamaktadır. Bunun yerine mülakat esnasında araştırmacının ifadelerini ve yorumlarını çıkararak elde edilen bilgilerin bu aşamadan sonra düzenlenmesi gerektiği görüşünü savunmuşlardır. Bu yeni ifadeler duraksamalar, yanlış başlamalar, heyecan ve duyguların gösterimi olan bazı ifadelerin çıkartılması sonucu elde edilmiştir. Böyle bir düzenlemenin sonucunda fazlalıklar atılmış olup daha sade veriler elde edilmiş olur (Cohen ve Manion, 1989; Ayas ve ark., 2001).

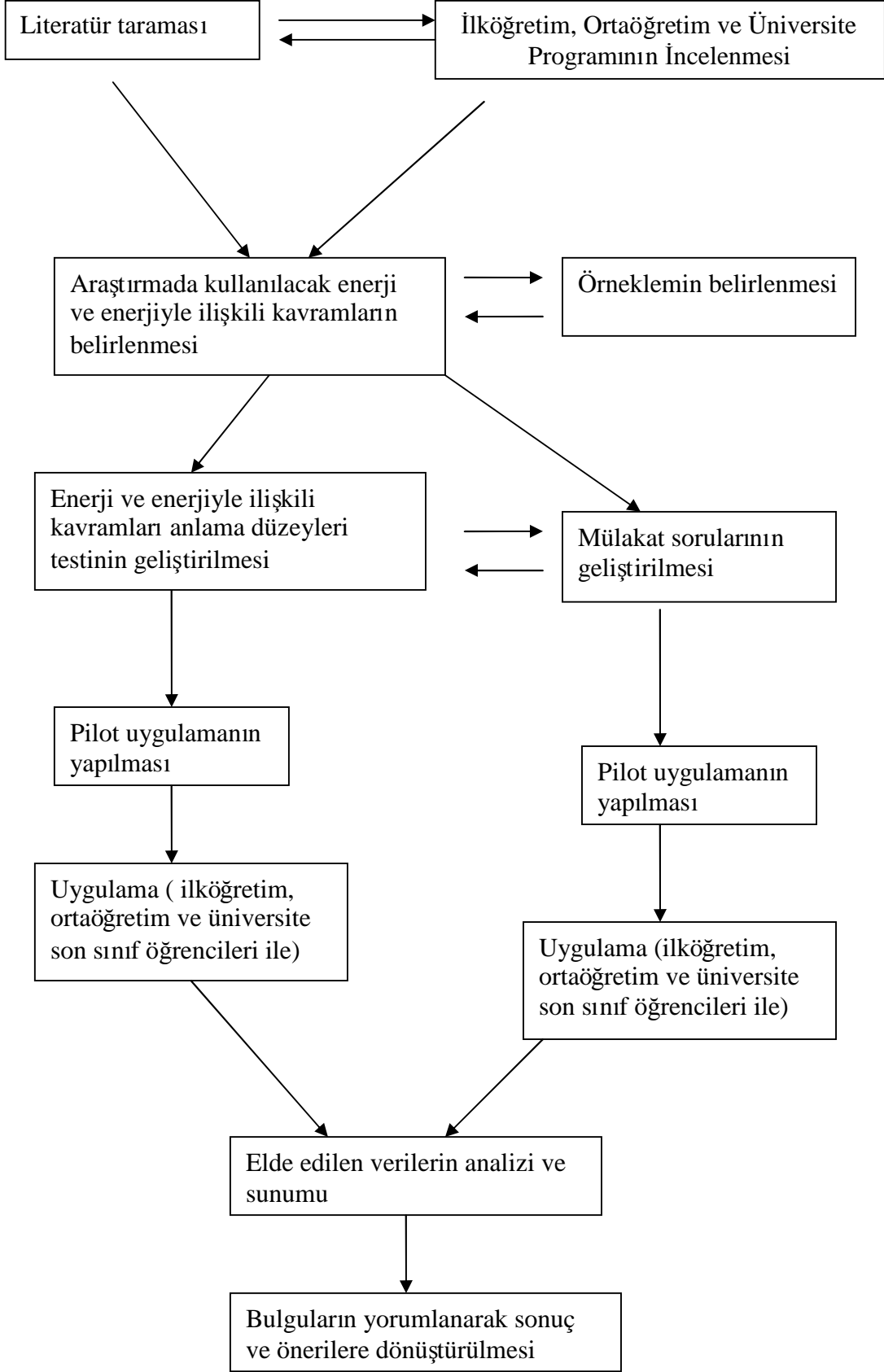
Mülakat sonucunda ortaya çıkabilecek olan bilginin farklı kategorilerde gruplanabileceği ifade edilmektedir. Olaylar, fikirler ya da inançların bulunduğu savlar kategorisi, ya da insanların sık sık hayal ettikleri duyuşsal algılamalarının ve zihinsel gösterimlerin bulunduğu hayal kategorisi bunlardan sadece birkaç tanesini oluşturmaktadır. Yin (1994)' de mülakat sonucunda elde edilen verilerin gruplandırılarak verilmesi gerektiğini savunmaktadır. Ancak Yin (1994) kategorilerin önceden belirlenmesi yerine, öğrenci cevaplarının benzerliklerine veya zıtlıklarına göre gruplandırılması sonucunda kategorilerin oluşturulması gerektiği görüşünü ifade etmektedir. Cohen ve Manion (1989)

da Yin (1994) ile benzer görüşü paylaşmaktadır. Onlara göre ise, birbiriyle ilişkili olan ifadelerin aynı grup altında toplanması gerekmektedir. Ayrıca mülakatların sergilenmesi esnasında, mülakattan doğrudan cümlelerin alınarak, bireyin düşüncelerinin olduğu gibi yansıtılmasının da çok yararlı olacağına inanılmaktadır. Nitekim araştırma konusuyla doğrudan ilişkili olan verilerin doğrudan alıntı şeklinde verilmesiyle, okuyucu verilerle doğrudan karşı karşıya gelmekte ve verilerin ne anlama geldiğine kendi yorumlarıyla karar vermektedir (Çepni, 2009).

Yukarıdaki paragraflarda ifade edilen analiz yöntemleri dikkate alınarak, bu çalışmada, öğrencilerin ana sorular etrafında verdikleri cevapların benzerliklerine göre gruplandırılması şeklinde analiz yapılmasına karar verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin sorularla ilişkili olarak verdikleri cevaplar arasından seçilen özgün cevaplar, örnek teşkil etmesi açısından doğrudan sunulmuştur.

Bu çalışmanın akış diyagramı Şekil 1' de verilmiştir. Ayrıca, çalışmanın bir sonraki bölümünde, yapılan analizlerden elde edilen bulgular geniş bir şekilde sunulmuştur.





Şekil 1. Çalışmanın akış diyagramı

### 3. BULGULAR

Farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin enerji ve enerji ile ilişkili kavramları anlama düzeylerini tespit etmek, muhtemel kavram yanlışlarını belirlemek ve bu seviyeler arasındaki kavramsal değişimi ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmada, test ve mülakatla toplanan verilerin analizinden elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

#### 3.1. Testten Elde Edilen Bulgular

Enerji ve enerjiyle ilişkili olan enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü gibi kavramlarla ilgili olarak ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin anlama düzeyleri hazırlanan testle belirlenmiştir. Testte sorulan her kavramla ilgili farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin anlama düzeylerine ilişkin bulgular aşağıda sunulmuştur.

##### 3.1.1. Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeyleri

Uygulanan testin ilk dört sorusu ile öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilere göre ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin enerji kavramını anlama düzeyleri Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeyleri (%)

Soru No.	Tam anlama			Kısmi anlama			Özel Kavram Yanılgısı İle Kısmi Anlama			Kavram Yanılgısı			Anlamama		
	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü
1	23	34	68	17	23	20	20	11	8	23	26	0	17	6	4
2	17	46	28	40	26	40	9	6	16	28	6	4	6	16	12
3	9	26	20	60	4	32	14	3	4	3	3	4	14	14	40
4	6	17	20	43	26	20	37	51	36	8	3	20	6	3	4
Ort.	14	31	34	40	19	28	20	18	16	16	10	7	11	10	15

İ: ilköğretim (n=35) O: ortaöğretim (n=35) Ü: üniversite (n=25)

Öğrencilere uygulanan testin birinci sorusunda enerjinin tanımı sorulmuştur ve Tablo 4' ten de görüldüğü gibi, öğrencilerin bu soruyla ilgili tam anlama kategorisindeki cevap yüzdelerinde üniversite öğrencilerinin diğer öğrenim seviyesindeki öğrencilerden belirgin bir farkla üstün olduğu belirlenmiştir (% 68). Diğer öğrenim seviyelerinde ise daha düşük tam anlama tespit edilmiştir. Her üç düzeyde de tam anlama gösteren öğrenciler enerjiyi 'iş yapabilme yeteneği' olarak tanımlamışlardır. Ancak, ilköğretimden üniversite düzeyine yükseldikçe tanımlarda detayın arttığı görülmüştür. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi; "Enerji iş yapabilme yeteneğine denir, (Tİ-4)" şeklinde tanımlarken, bir ortaöğretim öğrencisi, "Maddenin hızından, durumundan, konumundan vb sahip olduğu ve iş yapabilmek için kullanabileceği dönüşümlü olan birikimdir,(TO-10)" bir üniversite öğrencisi ise, "İş yapabilme yeteneğidir. Kinetik, potansiyel gibi çeşitleri vardır, (TÜ-6)" şeklinde tanımlamıştır.

Kısmi anlama seviyesindeki öğrenci cevap yüzdeleri ise, artan öğrenim seviyesine göre hemen hemen yakın oranlarda tespit edilmiştir. Kısmi anlama kategorisinde öğrenciler enerji kavramını enerji türlerinden yola çıkarak ifade etmeye çalışmışlardır. Tanımlarda, ilköğretimden üniversite seviyesine doğru gidildikçe detay artmıştır. Ayrıca, ilköğretim öğrencilerinin tanımları daha çok kavramın günlük hayatta kullanımı ile bağlantılı iken, üniversite seviyesinde daha çok derste verilen bilgileri yansıtan tanımlar sunulmuştur. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi; "Isı, ışık, hareket, elektrik, ses gibi şeylerdir, (Tİ-9)" şeklinde tanımlarken, bir ortaöğretim öğrencisi; "Birçok çeşidi olan tepkimelerin başlaması veya bir şey yapmak için gerekli olan şey, enerji her şeydir, (TO-14)" ifadesini kullanmıştır. Bir üniversite öğrencisi ise; "Bir maddenin o an için sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjidir, (TÜ-11)" şeklinde cevap vermiştir.

Özel kavram yanılışıyla kısmi anlama kategorisinde en yüksek oranın ilköğretim son sınıf öğrencilerinde (% 20) olduğu ortaya çıkmıştır. İlköğretimi sırasıyla ortaöğretim (% 11) ve üniversite (% 8) öğrencileri takip etmiştir. Özel kavram yanılışıyla kısmi anlama gösteren öğrenciler, çoğunlukla enerjiyi "güç" kavramı ile ilişkilendirmişlerdir. Bu durum her üç öğrenim seviyesinde de görülmüştür. Bir ilköğretim öğrencisi için; "Varlıkların yaşamlarını sürdürebilmesi için ve cansız cisimlerde meydana gelen hareket ve maddeler sayesinde oluşan güçtür, (Tİ-5)" bir ortaöğretim öğrencisi için; "Bir olgunun başlatılabilmesi veya devam ettirilebilmesi için gereken güçtür, (TO-16)" bir üniversite öğrencisi içinde; "Maddenin içinde var olan ya da maddeye sonradan kazandırılan iş yapabilme gücüdür, (TÜ-13)" şeklindeki cevaplar örnek olarak verilebilir. Kavram

yanılgısı kategorisinde ise, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri hemen hemen yakın oranlara sahip iken, üniversite öğrencilerinde enerji kavramının tanımı ile ilgili olarak kavram yanılgısına rastlanılmamıştır. Hem ilköğretim hem de ortaöğretim öğrencileri enerji kavramını güç kavramı ile açıklamışlardır. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi enerjiyi ‘güç birikimi, (Tİ-16)’ olarak tanımlarken, bir ortaöğretim öğrencisi ‘güç patlamasıdır, (TO-21)’ şeklinde ifade etmiştir. En son kategori olan anlamama kategorisi içinse öğrenci cevap yüzdelere bakıldığında en yüksek oran ilköğretim öğrencilerinde olduğu görülmektedir (% 17). Bu oranı sırasıyla ortaöğretim son sınıf (% 6) ve üniversite son sınıf öğrencileri (% 4) izlemektedir.

Enerji varlığının anlaşılmasına yönelik olarak sorulmuş olan 2. ve 3. sorularda alınan cevaplar birbirine paraleldir. Tablo 4’ ten görüldüğü gibi, bu konu ile ilgili olarak çoğunlukla ortaöğretim öğrencileri tam anlama gösterirken, üniversite ve ilköğretim öğrencileri çoğunlukla kısmi anlama göstermişlerdir. Ayrıca, tam anlama kategorisine uygun cevap veren farklı seviyelerdeki öğrencilerin cevapları incelendiğinde, ortaöğretim öğrencilerinin daha detaylı cevaplar verdikleri görülmüştür. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi; “Evet (her şeyin enerjisi) vardır hareket halinde olanların kinetik, duranların ise potansiyel enerjisi vardır, (Tİ-19)” derken; bir ortaöğretim öğrencisi; “Her şeyin enerjisi vardır. Yeryüzündeki her şey konumu, yapısı, eylemi ile enerjiye sahip olur. Cansızların atomik yapısı enerji oluşumuna kanıttır. Canlılar ise yaşamını devam ettirebilmek için enerjiye ihtiyaç duyar, (TO-21)” şeklinde cevap vermiştir. Bir üniversite öğrencisi de benzer şekilde düşüncesini; “Bazı maddeler durur fakat potansiyel enerjisi vardır, bazı maddeler ise hareketlidir ve kinetik enerjisi vardır, (TÜ-17)” şeklinde açıklamıştır.

Kısmi anlama, yukarıda belirtildiği gibi çoğunlukla ilköğretim ve üniversite öğrencilerinde görülmüştür. Kısmi anlama gösteren her üç düzeydeki öğrencilerin cevapları enerji türlerine yönelik ifadeler içermektedir. Aşağıdaki bir ilköğretim öğrencisinin cevabı diğer cevapları örnekler niteliktedir; “(Enerjinin varlığını) ısı hissettiğimizde, ışık, ısı ve hareket eden bir cisim gördüğümüzde anlayabiliriz, (Tİ-7)”.

Enerjinin varlığı ile ilgili özel kavram yanılgısıyla kısmi anlama en az ortaöğretim seviyesinde görülmüştür. İlköğretim ve üniversite öğrencilerinde bu oranlar nispeten daha yüksektir. Özel kavram yanılgısı ile birlikte kısmi anlama ve kavram yanılgısına cevap veren öğrenciler, canlı ve cansız varlıklardan yola çıkarak bazı cevaplar vermişlerdir. İlköğretim öğrencilerinin doğru tanımlarının yanında, hareket sonucu enerji kazanıldığını belirtmeleri özel kavram yanılgısı ile kısmi anlamaya sahip olduklarını göstermektedir.

Buna örnek olarak, bir ilköğretim öğrencisinin; “Evet (doğadaki her şeyin enerjisi) vardır. İnsanlar hareket yaparak bir enerji kazanır, bitkiler fotosentez yaparak enerji üretebilir, (Tİ-22)” şeklindeki cevabı verilebilir. Ortaöğretim öğrencilerinin ise daha derinlemesine ve bilimsel bilgiyi ön planda tutan ifadelerin yanında enerji ve gücü aynı kavramlanmış gibi ifade etmeleri bu kategoride değerlendirilmelerine neden olmuştur. Bu duruma örnek olarak, bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(doğadaki her şeyin enerjisi) Vardır, çünkü her maddenin küçük yapıtaşları vardır, bunların bir arada kalmasını ve durumunu devam ettirmesini sağlayan güçtür, (TO-25)” cevabı verilebilir. Üniversite öğrencilerinin ise, canlı varlıkların enerji harcadığından yola çıkarak, cansızların bir kısmında enerji olmadığını ifade etmeleri, bu öğrencilerde de özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama olduğunu ortaya çıkarmıştır. En bariz örnek bir üniversite öğrencisinin; “Canlı varlıkların hepsi, cansız varlıkların ise bir kısmının (enerjisi) vardır. Canlı varlıklar enerjiye sahiptirler, sonuçta tüm canlı varlıklar yaşamlarını devam ettirebilmek için bir enerji sarf ederler, (TÜ-21)” şeklindeki cevabıdır.

Kavram yanılgısı daha çok ilköğretim öğrencilerinde görülmektedir. Orta öğretim ve üniversite öğrencilerinde ise, ilköğretime göre daha az oranda kavram yanılgısı tespit edilmiştir. İlköğretim ve üniversite öğrencilerinin, günlük hayatta çok sık kullandıkları ‘dinamik olmak ve yemek yeme’ gibi ifadeleri ve bu ifadeleri enerjiyle ilişkilendirmeleri, bu öğrencilerde kavram yanılgılarını ortaya çıkarmıştır. Bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Mesela insan kendini dinamik hissetmesi, o enerjisinin tam olmasından gelir, (Tİ-23)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(enerjinin varlığını) Yemek yediğimde canlılık kazanırım, bundan anlarım, (TÜ-20)” şeklindeki cevapları durumu destekler niteliktedir. Orta öğretim öğrencilerinin ise, mantıksal çerçevede yapmaya çalıştıkları bazı açıklamalarda kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Buna örnek teşkil etmesi açısından bir ortaöğretim öğrencisinin, “(enerjinin varlığını) Somut bir sonuca dönüşmüşse enerjiyi anlarım, (TO-1)” şeklindeki cevabı verilebilir. Ayrıca ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri hemen hemen aynı oranlarda anlamamaya sahipken, üniversite öğrencilerinin nispeten daha yüksek oranlarda anlamamaya sahip oldukları belirlenmiştir.

Testin 4. sorusu enerji türleri ile ilgili olarak, iki aşamalı soru şeklinde hazırlanmıştır. Bu sorunun ilk kısmında ‘bir bardak su, ses, pil ve çalan saatten’ oluşan örnekler maddeler halinde verilmiş ve öğrencilerden her maddenin karşısına enerjisinin olup olmadığını ve enerjisi varsa ne tür enerjilerinin olduğunu ayrı ayrı yazmaları istenmiştir. Tablo 4’ den görüldüğü gibi, öğrenim seviyesi arttıkça tam anlamının da arttığı tespit edilmiştir. Tam

anlamaya sahip farklı kategorideki öğrenciler maddelerde yer alan örneklerdeki enerji türlerini çok benzer ifadelerle açıklamışlardır. Aşağıdaki bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı diğer cevapları örnekler niteliktedir; “(Bir bardak su) Potansiyel enerji bulunur”, “(Ses) Ses enerjisi vardır”, “(Pil) Kimyasal enerji içermektedir”, “(Çalan saat) Ses ve kinetik enerjiye sahiptir, (TO-8)” Bunun yanı sıra, öğrenim seviyesi artıkça kısmi anlamamanın azaldığı belirlenmiştir. Bu kategoride kısmi anlama gösteren farklı seviyelerdeki öğrencilerin özellikle ‘ses ve çalan saat’ örneklerine verdikleri yanıtlar, kısmi anlamaya sahip olduklarını göstermektedir. Bu örneklere cevap veren öğrenciler, enerjinin varlığı ile ilgili doğru ifadeler kullanırken, enerjinin türü hakkında tam cevapları verememişlerdir. Bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(Ses) Titreşimden kaynaklanan enerjiye sahiptir”, “(Çalan saat) Ses dalgalarının hareketi vardır ve saatin titremesinde kinetik enerjiye sahiptir, (Tİ-2)” şeklindeki yanıt diğer öğrenci cevaplarına da örnek teşkil etmektedir. Ayrıca, özel kavram yanlışlığı ile kısmi anlama kategorisindeki en yüksek oran, ortaöğretim öğrencilerine aittir (% 51). İlköğretim ve üniversite öğrencileri birbirine yakın oranlara sahiptirler (sırasıyla % 37 ve % 36). Tıpkı kısmi anlamadaki örneklerde olduğu gibi, öğrencilerin çoğunlukla ‘ses ve çalan saat’ örneklerinde özel kavram yanlışlığıyla kısmi anlama gösterdikleri belirlenmiştir. Öğrenciler, örneklerdeki enerji olaylarının sebeplerine yönelik kısmen doğru ifadeler kullanmışlardır fakat enerji türü olarak ses enerjisi yerine ‘kinetik enerji’ cevabını vermeleri, bu öğrencilerin özel kavram yanlışlığı ile kısmi gösterdiklerini ortaya koymaktadır. Bu kategoriye yönelik bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Ses) Sesin kendine ait bir enerji şekli vardır. Kinetik enerjiye sahiptir”, “(Çalan saat) Ses dalgalarının hareketinden dolayı enerjiye sahip olur. Bu enerji kinetik enerjidir, (TO-4)” şeklindeki ifadeleri örnek olarak verilebilir.

Kavram yanlışlığı kategorisi incelendiğinde, ilginçtir ki; en yüksek oranda kavram yanlışlığına sahip olma oranı üniversite öğrencilerinde görülmüştür. İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde görülen kavram yanlışlıkları, üniversite öğrencilerine göre daha düşük ve birbirine yakın oranlardadır. Farklı öğrenim seviyelerinde, görülen kavram yanlışlıklarının daha çok ‘ses ve pil’ örneğine verilen cevaplarda yoğunlaştığı görülmektedir. Bu yanlışlıkları veren öğrencilerin sesin kendisine ait ‘ses enerjisi’ olduğunu bilmediği, bunun yerine ‘kinetik ve fiziksel enerji’ tanımlarını verdikleri belirlenmiştir. Pildeki enerji türüne ise, kimyasal enerji yerine, ‘manyetik ve durgun enerji’ tanımları yapılmıştır. Bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(Ses) fiziksel enerjisi vardır”, “(Ses) Dalga enerjisine sahiptir”, “(Pil) Manyetik enerjiye sahiptir, (TÜ-12)” şeklindeki cevap,

diğer cevapları örnekler niteliktedir. En son kategoride anlamama oranlarının farklı öğrenim seviyelerinde düşük ve birbirlerine yakın yüzdelerde olduğu tespit edilmiştir.

Özetle, öğrencilerin enerji kavramını anlama düzeyleri genel olarak öğrenim seviyesindeki artışla artarken, kavram yanlışlığı düzeyleri azalmıştır (Tablo 4). Enerjinin tanımı en fazla üniversite seviyesinde anlaşılmiş ancak enerji kavramı yerine ‘güç’ kavramının kullanımı her üç seviyede de görülmüştür. Canlı ve cansız varlıkların enerjisinin olup olmadığı ve enerji türleri konusu, en fazla karıştırılan konudur. Enerji çoğunlukla canlılık ve hareketle ilişkilendirilmiş ve bu yanlışlığı da en fazla ilköğretim öğrencilerinde belirlenmiştir. Enerji kavramıyla ilgili farklı öğrenim seviyelerinde görülen kavram yanlışlıkları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 5. Enerji kavramıyla ilgili kavram yanlışlıkları

Kavram Yanlışlıkları	İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
Enerji Güçtür	•	•	•
Hareket sonunda enerji kazanılır	•	•	
Sadece canlılarda enerji vardır.	•	•	•
Enerji olması için hız gereklidir.		•	•
Somut bir sonuç varsa enerji vardır		•	•
Bir bardak suda enerji yoktur.	•		
Seste kinetik enerji vardır.	•	•	•
Pilde elektrik enerjisi vardır.	•	•	•

### 3.1.2. Öğrencilerin Enerji Kaynaklarını Anlama Düzeyleri

Uygulanan testin 5, 6 ve 7. soruları ile öğrencilerin enerji kaynaklarıyla ilgili anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilere göre ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin enerji kaynaklarını anlama düzeyleri Tablo 6’ da sunulmuştur.

Tablo 6. Öğrencilerin enerji kaynaklarını anlama düzeyleri (%)

Soru No.	Tam anlama			Kısmi anlama			Özel Kavram Yanılgısı İle Kısmi Anlama			Kavram Yanılgısı			Anlamama		
	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü
5	0	12	28	51	34	20	23	14	12	12	6	4	14	34	36
6	6	14	12	29	23	24	45	14	16	6	17	8	14	32	40
7	9	17	16	37	17	36	29	34	8	9	3	8	16	29	32
Ort.	5	14	19	39	25	27	32	21	12	9	9	7	15	32	36

İ: ilköğretim (n=35) O: ortaöğretim son sınıf (n=35) Ü: üniversite son sınıf (n=25)

Beşinci soru, bitkilerde enerji kaynaklarının anlaşılma düzeylerini belirlemeye yönelik olarak sorulmuş iki aşamalı bir test sorusudur. Bu soruda belirlenmek istenen ana husus; fasulye bitkinin yaşamına devam etmesinde ve besin üretmesinde ana enerji kaynağının, ‘güneş’ olduğu bilgisinin öğrenciler tarafından anlaşılma düzeylerini belirlemektir. Gündelik bilgiden ziyade, bilimsel bilginin tam olmasıyla, tam anlama düzeyinde cevap vermenin mümkün olduğu bu soruda en dikkat çekici noktalardan biri, ilköğretim öğrencilerinden bu soruya hiçbir öğrencinin tam anlamaya yönelik cevaplar vermemesidir. Fakat öğrenim seviyesi arttıkça tam anlama oranlarının da attığı görülmektedir. Bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(Güneş) Bitki ışık enerjisini kimyasal bağ enerjisine dönüştürüp besin oluşumu sağlar, (TÜ-21)” şeklindeki cevap tam anlama kategorisindeki öğrenci cevaplarını temsil eder niteliktedir.

Gündelik hayatta sürekli tüketilen bitki olan fasulye bitkisinin enerjisini nerelerden sağladığı noktasında gündelik bilgiden ziyade bilimsel bilginin ön planda olması gerekir. Bu durum tam anlama kategorisinde hiç cevap veremeyen ilköğretim öğrencilerinin, kısmi anlama kategorisinde en yüksek oranda cevap vermelerinden de anlaşılmaktadır. Tablo 6’ dan da görüldüğü gibi, öğrenim seviyesi arttıkça kısmi anlama oranları da azalmaktadır. Kısmi anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin tamamında görülen temel eksiklik, öğrencilerin fotosentez için enerjinin gerekli olduğunu belirtmeleri fakat bu enerjinin nasıl ve ne şekilde kullanılacağı yönünde net bir cevap verememeleridir. Bu durumu bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(Güneş) Fotosentezde enerji sağlanmasında en önemli etkidir, (Tİ-4)” şeklindeki cevap net bir şekilde göstermektedir.

Tam anlama ve kısmi anlamadaki öğrenim durumlarını, özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisindeki oranlar destekler niteliktedir. Şöyle ki; bilimsel bilgi



eksikliğinden kaynaklanarak ilköğretim öğrencilerinin tam anlamada en düşük, kısmi anlamada en yüksek oranda cevap vermesinin sonucu özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisinde en yüksek orana sahip olmasına yol açtığı düşünülmektedir. Bu kategoride cevap veren öğrencilerin, fasulye bitkisinin enerji kaynağı olan güneşin önemini kısmen açıkladıkları belirlenmiş, fakat güneşle beraber hava, su ve gübreyi de enerji kaynağı olarak belirtmeleri kavram yanılgısına sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Bu duruma örnek olması açısından, bir ilköğretim öğrencisinin güneş ve gübreyi enerji kaynağı olarak verdiği; “(Güneş) Güneş enerjisi besin üretiminde kullanılır”, “(Gübreler) Fotosentezle maddelere enerji depolamak için kullanılır, (Tİ-14)” şeklindeki cevabı, bir ortaöğretim öğrencisinin güneş ve havayı enerji kaynağı olarak verdiği; “(Güneş) Güneş enerjisini bitki kendi bünyesinde kullanır”, “(Hava) Çünkü; Havasız bir ortamda yaşanmaz, yani hava enerji verir, (TO-34)” ve bir üniversite öğrencisinin güneş ve suyu enerji kaynağı olarak verdiği; “(Güneş) Fotosentezle güneş enerjisi besinlerdeki enerjiye dönüşür”, “(Su) Fotosentezde şu başlıca enerji kaynağıdır, (TÜ-12)” şeklindeki cevaplar verilebilir.

Kavram yanılgısı kategorisinde ise, tıpkı özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisinde olduğu gibi ilköğretim öğrencileri en yüksek orana sahiptir. Fakat öğrenim seviyesi arttıkça bu oranın azaldığı görülmektedir. Bu kategoride cevap veren öğrenciler enerji kaynağı olan güneş yerine, su, hava, toprak, gübre cevaplarını vermişlerdir. Özellikle ilköğretim öğrencilerinde günlük hayatta bitkiye mineral sağlaması için kullanılan gübreyi enerji kaynağı olarak göstermeleri dikkat çekici bir noktadır. Bu durumu ifade etmesi bakımından bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Yapısında besin depolanmıştır ve enerji kaynağı olarak kullanılır, (Tİ-32)” şeklindeki cevap örnek olarak verilebilir. Diğer bir dikkat çeken nokta ise, fotosentezde kullanılan ‘hava ve suyun’ kavram yanılgısı gösteren ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin çoğu tarafından enerji kaynağı olarak gösterilmesidir. Bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Su) Sudan aldığı minerallerle fasulye bitkisi enerji depolar”, “(Hava) Hava bitkinin yaşaması için gereklidir ve en temel enerji kaynağıdır, (TO-19)” şeklindeki cevap diğer öğrenci cevaplarını temsil eder niteliktedir. En son kategori olan anlamama kategorisinde ise, bilimsel bilginin niteliğine bağlı olarak cevaplama olasılığının artması bilimsel bağlamda eksik olan öğrencilerin soruyu anlamamasına neden olmuştur. Tablo 6’ dan görüldüğü gibi öğrenim seviyesi arttıkça anlamama oranları da artmaktadır.

Altıncı ve yedinci sorular, insanların enerji kaynaklarının ne olduğunu ve ne çeşit enerji kaynaklarından enerji elde edilebileceğinin öğrenciler tarafından anlama seviyelerini

belirlemeye yönelik olarak sorulmuş iki aşamalı test sorularıdır. Yedinci soru altıncı soruyu tamamlar nitelikte olup, bu soruda içerisinde enerji verici organik maddeler olan karbonhidrat, yağ, proteinin bulunduğu bazı besin maddelerinin yanısıra, oksijen ve kalsiyum gibi maddeler de verilerek, insanların hangi besin maddelerinden enerji elde ettiklerinin, öğrenciler tarafından anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Tablo 6' da görüldüğü gibi her iki soruda da ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin tam anlama oranları hemen hemen birbirlerine yakındır. İlköğretim son sınıf öğrencilerinin ise tam anlama oranları, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerine göre daha düşüktür. Bu durum, bitkilerde enerji kaynağının sorulduğu 5. soruda olduğu gibi, ilköğretim öğrencilerinin insanlardaki enerji kaynağı noktasında yeterli tam anlamaya sahip olmadıklarını göstermektedir. Tam anlama kategorisinde insanların hangi maddelerden enerji elde edebileceğine bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(Besin) Besinler oksijenli solunumla yakılarak enerji (ATP) elde edilir, (TÜ-20)” şeklindeki cevap örnek olarak verilebilir. Ayrıca hangi tür besinlerden enerji elde edileceğine örnek olarak, bir orta öğretim öğrencisinin verdiği; “(Et) Protein var. Solunumla yakarız ve enerji elde ederiz”, “(Elma) Elma’da besindir. Sonuçta yakılarak enerji elde edilir”, “(Yoğurt) Protein var. Solunumla yakarız ve enerji ederiz”, “(Patates) Nişasta var. İnsanda nişastanın sindirimi ağızda gerçekleşir ve karbonhidrat elde edilir. Karbonhidratlar da solunumda kullanılarak enerji elde edilir, (TO-32)” gibi cevaplar verilebilir.

Gündelik hayatta elde edilen deneyimlerden elde edilen bilgilerle, bilimsel bilginin farklılık gösterdiği noktalar vardır. Bu farklılık, insanların enerji kaynağının ne olduğu ve ne çeşit kaynaklardan enerji elde edildiği noktasında daha belirgin bir şekilde kendini göstermektedir. Bu noktadan hareketle, kısmi anlamaya baktığımızda tam anlama oranı en düşük olan ilköğretim öğrencilerinin, kısmi anlama oranlarında en yüksek seviyeye sahip oldukları görülmektedir. İlköğretim öğrencilerini birbirlerine hemen hemen yakın oranlarda olan ortaöğretim ve üniversite öğrencileri izlemektedir. Kısmi anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin insanlardaki enerji kaynağının ‘besin’ olduğunu belirttikleri fakat besinin niçin enerji kaynağı olduğunu yeterince ifade edemedikleri görülmüştür. Bu duruma, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Besinleri yakarız ve enerji sağlarız, (Tİ-3)” şeklindeki cevabı örnek olarak verilebilir. Enerjinin hangi çeşit besinlerden elde edildiğine ise, öğrencilerin et, elma, yoğurt, patates gibi besinlerden sadece bir veya birkaçını cevap olarak vermesi bu öğrencilerde de kısmi anlamamın olduğunu göstermektedir. Bu duruma örnek olarak bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği;

“(Et) Protein bakımından zengin olmasından dolayı enerji verici olarak kullanılabilir”,  
“(Elma) Yapısında karbonhidrat bulunur ve solunumla yakılarak enerji elde edilir, (TO-27)” şeklindeki cevabı verilebilir.

Günlük dilde en fazla kullanılan enerji kaynağı besindir. Fakat besinin yanında günlük hayatta hava, su, güneş, egzersiz, ortam ısı ve uyku gibi kaynaklardan da enerji alınabileceği yönünde kavram yanılgılarının olması, kendini bu çalışmada da göstermiştir. Öyle ki, ilköğretim son sınıf öğrencilerinde özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama oranının diğer öğrenim seviyelerine göre son derece yüksek olduğu Tablo 6’ dan da görülmektedir (% 45). İlköğretim öğrencilerini sırasıyla üniversite ve ortaöğretim öğrencileri izlemektedir. Bu kategorideki ilköğretim öğrencilerinin büyük bir kısmı insanların enerjilerini besinle beraber uyku ve sudan sağlayacağını belirtmeleri özel kavram yanılgısı ile kısmi anlamayı ortaya koymaktadır. Bu duruma bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(Besin) Yağlar ve karbonhidratlar sayesinde enerji sağlanır”, “(Su) İçindeki mineraller bize güç ve enerji verir”, “(Uyku) İnsan uyurken hareketi için gerekli olan enerjiyi depolar, (Tİ-4)” şeklindeki cevabı örnek olarak verilebilir. İnsanların enerjilerini hangi maddelerden elde ettiğine dair soruya ise, en yüksek oranı ortaöğretim öğrencilerinde belirlenmiştir (% 34). Ortaöğretim öğrencilerini sırasıyla ilköğretim ve üniversite öğrencileri izlemektedir (sırasıyla % 29 ve % 8). Bu kategoride cevap veren öğrencilerin ‘et, elma, yoğurt, patates’ gibi enerji veren organik maddeleri içeren besinlerden bir veya birkaçını ifade ettikleri, bunların yanında ‘oksijen ve kalsiyum’ gibi maddelerinde enerji verici olduğunu belirtmeleri bu öğrencilerin özel kavram yanılgısı ile kısmi anlamaya sahip olmalarına neden olmuştur. Bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Et) İçindeki protein bize enerji verir”, “(Patates) Karbonhidrat ihtiyacımız için bize enerji verir”, “(Kalsiyum) Başlıca proteindir ve tüketilip sindirildiğinde enerji verir, (TO-15)” şeklindeki cevap diğer cevapları temsil eder niteliktedir.

İnsanlarda enerji kaynağı ve hangi maddelerden enerji sağlandığının sorulduğu sorulara bakıldığında kavram yanılgısı seviyesindeki öğrenci oranları arasında çok fazla bir farkın olmadığı görülmektedir. Kavram yanılgısı görülen öğrencilerin, enerji kaynağı olan besinin yerine, gündelik hayatta da çok sık kullanılan egzersiz, su ve uykuyu enerji kaynağı olarak gördükleri tespit edilmiştir. Bir ilköğretim öğrencisinin; “(Besin) Besin olarak enerji depolanır”, “(Uyku) Dinlenerek insan gerekli enerjiyi depolar”, “(Su) Sindirimle enerji sağlar, (Tİ-21)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(Su) Sudaki mineraller enerji sağlar”, “(Egzersiz) Kaslarımızı çalıştırır ve enerji ortaya çıkar, (TÜ-19)”

şeklindeki cevapları bu kategoriye konulabilir. İnsanların hangi besin veya maddelerden enerji edeceğine dair cevaplarda ise, farklı öğrenim seviyelerindeki kavram yanlışlığına sahip öğrencilerin diğer anlama kategorilerine oranla daha düşük değerlere sahip oldukları görülmektedir. Bu kategoride cevap veren öğrencilerin hemen hemen tamamı oksijen ve kalsiyumdan enerji elde edileceğini belirtmişlerdir. Buna örnek olarak bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Kalsiyum) Büyümemizi sağladığından dolayı bize enerji sağlar”, “(Oksijen) Oksijen solunumda kullanılan enerji kaynağıdır, (TO-24)” şeklindeki cevap diğer öğrenci cevaplarını da temsil etmektedir. Diğer enerji kaynağı sorularında olduğu gibi insandaki enerji kaynağı ve hangi maddelerde enerji edileceğine yönelik sorular bilimsel bilginin yeterli olmasıyla istenilen düzeyde cevap verilebilecek sorulardır. Buna paralel olarak, anlama kategorinde, diğer enerji kaynağı sorularında olduğu gibi en yüksek oran üniversite öğrencilerine aittir. Üniversite öğrencilerini, sırasıyla ortaöğretim ve ilköğretim öğrencileri izlemektedir.

Özetle, öğrencilerin enerji kaynaklarını anlama düzeyleri genel olarak öğrenim seviyesindeki artışla arttığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, kavram yanlışlığı oranları ilköğretim ve ortaöğretim seviyelerinde aynı iken, üniversite öğrencilerinde azalmaktadır. (Tablo 6). Enerji kaynaklarıyla ilgili farklı öğrenim seviyelerinde görülen kavram yanlışlıkları aşağıdaki tabloda gösterilmiş olup, tablonun devamı bir sonraki sayfada yer almaktadır.

Tablo 7. Enerji kaynaklarıyla ilgili kavram yanlışlıkları

Kavram Yanlışlıkları	İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
Su bitkiye enerji sağlar	•	•	•
Hava bitkiye enerji sağlar	•	•	•
Toprak bitkiye enerji sağlar	•		
Gübre bitkiye enerji sağlar	•		
Dinlenerek insan enerji sağlar	•	•	•
İnsan besin olarak enerji depolar	•		
Sudaki mineraller insana enerji sağlar	•	•	•
Kalsiyum insana enerji sağlar	•	•	•
Oksijen solunumdaki enerji kaynağıdır	•	•	•
Egzersizle insan enerji sağlar	•	•	•

### 3.1.3. Öğrencilerin Enerji Korunumunu Anlama Düzeyleri

Uygulanan testin 8. ve 9. sorusu ile öğrencilerin enerji korunumuyla ilgili anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilere göre ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin enerji korunumunu anlama düzeyleri Tablo 8’ de sunulmuştur.

Tablo 8. Öğrencilerin enerji korunumunu anlama düzeyleri (%)

Soru No.	Tam anlama			Kısmi anlama			Özel Kavram Yanılgısı İle Kısmi Anlama			Kavram Yanılgısı			Anlamama		
	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü
8	37	74	40	14	11	16	6	0	0	34	4	12	9	11	32
9	20	37	32	34	43	48	9	3	4	23	3	8	14	14	8
Ort.	29	56	36	24	27	32	8	2	2	29	4	10	12	13	20

İ: ilköğretim (n=35) O: ortaöğretim (n=35) Ü: üniversite (n=25)

Testin 8. sorusu enerji korunumuna yönelik olarak verilen şekilde (Ek-1), cismin bir noktadan diğer bir noktaya hareketi boyunca toplam enerjisindeki değişimi açıklamaya yöneliktir. Bu soru, toplam enerjiyi oluşturan unsurlar olan; kinetik enerji, potansiyel enerji gibi enerji türlerinin öğrenciler tarafından anlaşılma düzeylerinin belirlenmesine yönelik olup, toplam enerjinin kinetik ve potansiyel enerjileri toplamı olduğunun öğrenciler tarafından ne derece anlaşıldığı ve ne çeşit kavram yanılgılarına sahip olduklarının belirlenmesine yönelik sorulmuştur. Bu sorunun cevaplandırılmasında bilimsel bilginin yeterliliği ön plana çıkmaktadır. Tablo 8’ den görüldüğü gibi, ortaöğretim son sınıf öğrencilerinin tam anlama oranı (%74), ilköğretim ve üniversite öğrencilerine göre oldukça yüksektir. İlköğretim ve üniversite öğrencilerinde ise, tam anlama oranlarının birbirlerine oldukça yakın olduğu belirlenmiştir (sırasıyla % 37 ve % 40). Tam anlama gösteren öğrenciler, noktalar arasında kinetik enerjinin artmasına buna bağlı olarak potansiyel enerjinin azalacağını ve sonuçta; toplam enerjinin değişmeyeceğini ifade etmişlerdir.

Kısmi anlama kategorisindeki öğrenci cevap yüzdeleri ise her öğrenim seviyesinde birbirine oldukça yakın oranlarda tespit edilmiştir. Kısmi anlamaya sahip öğrenciler, noktalar arasındaki enerji değişimini doğru şekilde ifade etmişler fakat toplam enerjideki değişim hakkında yeterli cevapları verememişlerdir. Bu duruma, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Potansiyel enerjisi A noktasındayken fazlaydı fakat B noktasına

giderken potansiyel enerjisi azalır, kinetik enerjisi geçiş yaparken artar, (Tİ-28)” bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “Potansiyel kinetiğe dönüşür, (TO-7)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “A noktasında tek potansiyel enerji vardır ancak B konumuna geldiğinde hem kinetik hem potansiyel enerji vardır, (TÜ-25)” gibi ifadeler örnek olarak verilebilir.

Özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisinde sadece ilköğretim öğrencileri bulunmaktadır (% 6). Ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinde bu kategoride cevap veren öğrenci yer almamaktadır. Bu kategoride cevap veren ilköğretim öğrencilerinin kinetik enerjinin artacağını belirtmeleri kısmen de olsa doğru bir tespittir. Fakat toplam enerjinin de kinetik enerjiyle beraber artacağını belirtmeleri kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermektedir. Bu duruma örnek olarak, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “A noktasından B noktasına doğru hareket ederken cismin kinetik enerjisiyle beraber mekanik enerjisi de artar, (Tİ-30)” şeklindeki ifade verilebilir.

Kavram yanılgısı kategorisine bakıldığında ilköğretim öğrencilerinde, ortaöğretim ve üniversite öğrencilerine göre daha yüksek oranda kavram yanılgısı belirlenmiştir (% 34). Ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinde görülen kavram yanılgıları ise daha düşük ve birbirlerine yakın değerlerdedir. Kavram yanılgısı gösteren öğrencilerin büyük bir kısmı, toplam enerjiyi maddenin hızı ile ilişkilendirmekte ve hızın artmasıyla maddedeki enerjinin de artacağını belirtmektedirler. Bu durumu örnekler nitelikte, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Artar (toplam enerji), çünkü yukarıdan aşağıya inerken hız ile birlikte enerji açığa çıkar, (Tİ-9)” ve bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “Toplam enerji A noktasında azalır ve biter B noktasına gelirken tekrar artar, (TO,28)” şeklindeki cevaplar verilebilir. En son kategori olan anlamama kategorisinde en yüksek oran üniversite son sınıf öğrencilerine aittir (% 32). Üniversite son sınıf öğrencilerini, ortaöğretim son sınıf öğrencileri (% 11) ve ilköğretim son sınıf öğrencileri (% 9) izlemektedir.

Enerji korunumunu anlama düzeylerine yönelik olarak sorulan bir diğer soru olan 9. soru, bir önceki sorudan farklı olarak gündelik yaşamdaki aktiviteler baz alınarak sorulmuştur. Bu soruda amaç, öğrencilerin gündelik hayatta edindikleri bilgilerle, bilimsel manada edindikleri bilgileri, soruları cevaplarırken ne oranda kullanabildiklerini belirlemektir. Bunu belirlerken de öğrencilerin gündelik veya bilimsel noktada ne gibi kavram yanılgılarına sahip olduklarını tespit etmektir. Öğrenciler enerji korunumunu ifade ederken, bazı enerji türleri arasındaki dönüşüm örneklerinden yola çıkarak cevaplar vermişlerdir. Bu soruda göze çarpan en belirgin nokta, bilimsel bilginin ağırlıkta sorulduğu

bir önceki soruya göre, bu soruyu cevaplayan farklı öğrenim seviyelerinde tam anlama oranının düşmesidir. En belirgin düşüş ise, ortaöğretim öğrencilerinde görülmektedir. Bu durum farklı seviyelerdeki öğrencilerin gündelik hayattaki basit olayları ifade ederken bile, bilimsel olarak edindikleri ‘enerjinin korunumu ilkesini’ yeterince kullanamadıklarını göstermektedir. Farklı öğrenim seviyelerinde tam anlama gösteren öğrenciler, bu soruya yönelik olarak “enerji yok olmaz, dönüşür” ifadesini kullanmışlardır. Özellikle ortaöğretim son sınıf öğrencilerinin bu soruya yönelik detaylı cevaplar verdikleri görülmektedir. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi; “(enerjinin yok olması) Yanlıştır, çünkü her cismin kinetik enerjisi olmayabilir ancak potansiyel enerjiye de sahip olabilirler ayrıca enerji asla yok olmaz, dönüşür, (Tİ-6)” bir ortaöğretim öğrencisi; “(enerjinin yok olması) Yanlıştır, çünkü bir cismin yüksekte olsa ve hareket etmesi bu yüksekliğinden dolayı bile bir enerjiye sahiptir ve enerji hiçbir şekilde yok olmaz, birbirine dönüşür. Hareket eden cisimlerdeki hareket enerjisi ısı enerjisine dönüşür, (TO-18)” ve bir üniversite öğrencisi de; “(enerjinin yok olması) Hayır, doğru değildir. Durağan cisimlerde de saklanan potansiyel bir enerji vardır, enerji yok olmaz, başka bir enerjiye dönüşür, (TÜ-29)” şeklindeki ifadeleri kullanmışlardır.

Kısmi anlama seviyesinde, ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin oranları birbirlerine oldukça yakınken, ilköğretim öğrencilerinin oranları daha düşüktür. Ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin kendi içerisindeki anlama düzeylerinde de en yüksek orana sahip kategori kısmi anlama kategorisidir. Kısmi anlama gösteren öğrencilerden ilköğretim öğrencileri güncel hayattaki bazı cisimlerden, ortaöğretim ve üniversite öğrencileri ise, enerji türlerinden hareketle bazı durumları veya bazı enerji dönüşümlerini ifade etmişlerdir. Fakat bu ifadeleri kullanırken, toplam enerjideki değişimi tam olarak anlatamadıkları için aşağıdaki cevaplar kısmi anlama kategorisine konulmuştur. Bu ifadelere örnek olarak bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(enerjinin yok olması) Yanlıştır, çünkü kömür hareket etmez ama enerjisi vardır, (Tİ-16)” bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(enerjinin yok olması) Yanlıştır, duran cisimlerinde bir enerjisi vardır ve hareket halinde olması gerekmez, (TO-32)” ve bir üniversite öğrencisinin de verdiği; “(enerjinin yok olması) Yanlıştır, çünkü durgun cisimlerde potansiyel enerjiye sahiptir, (TÜ3)” şeklindeki cevaplar verilebilir.

Tablo 8’ den her üç öğrenim düzeyinde özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin yüzdeleri oranlarının birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Bu kategorideki farklı öğrenim seviyelerindeki öğrenciler enerjinin hareket

sonunda korunacağını, enerjinin yok olmayacağını kısmen doğru ifadelerle belirtmelerinin yanında, ‘enerjinin hareket sonunda depolanacağı’ şeklindeki cevapları, bu öğrencilerin kavram yanlışlığına sahip olduklarını göstermektedir. Bir ilköğretim öğrencisinin enerjinin hareket sonundaki durumu hakkında verdiği; “(enerjinin yok olması) Yanlıştır., hareket sonunda enerji depolanır mevcut enerji yok olmaz, (Tİ-12)” şeklindeki cevap, bu kategoriye uygun cevapları temsil eder niteliktedir. Kavram yanlışlığı kategorisinde ise, en yüksek oran ilköğretim son sınıf öğrencilerine aittir (% 23). Ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinde ise kavram yanlışlığı daha düşük ve birbirine yakın değerlerdedir (sırasıyla % 3 ve % 8). İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde görülen kavram yanlışlıklarında, öğrenciler hareketin son bulmasıyla enerjinin de biteceğini belirtirken, üniversite öğrencileri enerjiyi canlılıkla ilişkilendirerek yanlışlıklar vermişlerdir. Bir ilköğretim öğrencisinin yukarıdaki soruya karşılık; “(enerjinin yok olması) Bence doğrudur, çünkü hareketimiz son bulunca enerjimiz de son bulur zaten hareket yoksa enerjide yoktur, (Tİ-23)” bir ortaöğretim öğrencisinin; “(enerjinin yok olması) Doğrudur, hareket sonucunda mevcut enerji azalır veya yok olur, (TO-11)” ve bir üniversite öğrencisinin; “(enerjinin yok olması) Evet, doğrudur. Bazı varlıklar canlıdır fakat insanlar gibi solunum yapar beslenir, boşaltım yapar, önemli olan canlı ya da cansız oluşudur, hareket değil, (TÜ-21)” şeklindeki cevapları kavram yanlışlığı kategorisine konulmuştur. En son kategori olan anlamama kategorisi içinse, ilköğretim ve ortaöğretim son sınıf öğrencileri aynı oranlara sahiptirler (% 14). Üniversite son sınıf öğrencileri ise, bunlara göre daha düşük oranda anlamamaya sahiptir (% 8).

Özetle, enerji korunumu ile ilgili ortaöğretim öğrencilerinin en yüksek, ilköğretim öğrencilerinin ise en düşük oranda tam anlamaya sahip oldukları belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, ilköğretim öğrencileri en fazla oranda kavram yanlışlığına sahipken, üniversite öğrencileri en düşük oranda kavram yanlışlığına sahiptir (Tablo 8). Enerji korunumuyla ilgili farklı öğrenim seviyelerinde görülen kavram yanlışlıkları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.



Tablo 9. Enerji korunumuyla ilgili kavram yanılgıları

Kavram Yanılgıları	İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
Hareket sonunda toplam enerji yok olur	•		•
Potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşürken toplam enerji artar.	•	•	•
Kinetik enerji potansiyel enerjiye dönüşürken toplam enerji artar	•	•	•

### 3.1.4. Öğrencilerin Enerji Depolanmasını Anlama Düzeyleri

Uygulanan testin 10, 11 ve 12. soruları ile öğrencilerin enerji depolanmasıyla ilgili anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilere göre ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin enerji depolanmasını anlama düzeyleri Tablo 10’ da sunulmuştur.

Tablo 10. Öğrencilerin enerji depolanmasını anlama düzeyleri (%)

Soru No.	Tam anlama			Kısmi anlama			Özel Kavram Yanılgısı İle Kısmi Anlama			Kavram Yanılgısı			Anlamama		
	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü
10	6	11	8	46	23	20	3	17	12	31	26	28	14	23	32
11	0	17	16	34	23	12	6	3	8	14	9	0	46	48	64
12	6	17	28	60	43	20	9	0	4	9	20	8	17	20	40
Ort.	4	15	17	47	30	17	6	7	8	18	18	12	26	30	45

İ: ilköğretim (n=35) O: ortaöğretim son sınıf (n=35) Ü: üniversite son sınıf (n=25)

Enerjinin depolanmasının genel boyutta değerlendirilmesine yönelik olarak sorulan 10. soruda, tam anlama oranlarının oldukça düşük ve her öğrenim seviyesinde birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. İlköğretim ve ortaöğretim öğrencileri enerjinin depolanmasına yönelik günlük hayatta kullanılan ‘pil’ örneğinden yola çıkarak bazı açıklamalarda bulunurken, üniversite öğrencilerinin daha detaylı ve bilimsel içerikli cevaplar verdiği görülmektedir. Buna örnek olarak, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Enerji cismin bünyesinde atomlar arası kimyasal bağlarda depolanır, (Tİ-10)” bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “Enerji sürekli dönüşüm halindedir örneğin piller depoladıkları enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürebilir, pilde bir depo kaynağıdır, (TO-12)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “Her enerji çeşidinin değişik depolanma şekli vardır.

Mesela yaya bir kuvvet uygulayarak sıkıştırmamız sonucu yayda potansiyel enerji depolanır. Ayrıca bir telefonu şarja taktığımızda kimyasal enerji depolarız, (TÜ-22)” şeklindeki cevaplar verilebilir. Kısmi anlama kategorisinde ise, ilköğretim son sınıf öğrencilerinin yüzdeleri oranı % 46 ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerine göre oldukça yüksektir (sırasıyla % 23, %20).

Gündelik hayatta ‘enerji depolama’ ifadesi sıklıkla kullanılmaktadır. Bu ifade kullanılırken kısmen anlamayla birlikte kavram yanılgıları da görülmektedir. Bu durumun bir örneği de bu çalışmada, öğrencilerin özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisinde vermiş oldukları cevaplarda görülmüştür. Öğrenciler günlük hayatta enerji depolayıcı olarak bildikleri ‘pil ve akümülatör’ örneklerini anlatırken kısmen doğru ifadeler kullanmışlar, fakat günlük bazı aktiviteler olan ‘yemek yeme, spor yapma’ gibi aktivitelerden de enerji elde edilebileceğini belirterek kavram yanılgısına düşmüşlerdir. Bu duruma örnek olarak bir ilköğretim öğrencisinin ; “Enerjide vücut için gerekli olan kullanılır, geriye kalan depolanır, (Tİ-2)” bir ortaöğretim öğrencisinin; “Çok yemek yenirse ve spor yapılırsa (enerji) depolanır, pillerde veya akülerde enerji depolanabilir. Barajlarda, akülerde, depolanır, (TO-11)” ve bir üniversite öğrencisinin; “Enerjiyi madde olarak vücudumuzda depolayabiliriz. Ayrıca Pillerde, akümülatörlerde depolanabilir, (TÜ-7)” şeklindeki ifadesi örnek verilebilir.

Kavram yanılgısı kategorisindeki oranlar her üç her üç öğrenim düzeyinde de birbirine yakın değerlerdedir. Kavram yanılgısı kategorisinde yer alan öğrenciler, özel kavram yanılgısı ile kısmi anlamada olduğu gibi, daha çok besin ve günlük faaliyetlerden yola çıkarak bazı cevaplar vermişlerdir. Bu öğrenciler vermiş oldukları cevaplarda; uyuma, beslenme ve dinlenme neticesinde enerji depolanacağını belirterek kavram yanılgısına düşmüşlerdir. Bu cevaplara, bir ilköğretim öğrencisinin; “Enerji farklı şekillerde depolanır örneğin, insanların uyku sırasında depoladığı enerji veya bitkilerin fotosentez sırasındaki enerjisi şeklinde olduğu gibi, (Tİ-17)” bir ortaöğretim öğrencisinin; “Besinlerden ve günlük dinlenme faaliyetleriyle depolanır, (TO-5)” ve bir üniversite öğrencisinin; “Canlılarda farklı formlarda depolanabilir, (TÜ-21)” gibi ifadeleri örnek verilebilir. En son kategori olan anlamama kategorisi içinse öğrenci cevap yüzdeleri artan öğrenim seviyelerine göre sırasıyla, % 14, % 23 ve % 32’ dir.

Maddede yer alan enerjinin nerede depolandığının anlaşılma düzeylerini belirlemeye yönelik olarak sorulan 11. soru, iki aşamalı bir test sorusu olmakla birlikte bilimsel bilgiyi ve detaylı düşünmeyi ön planda tutmaktadır. Tablo 10’ da görüldüğü gibi ilköğretim

öğrencilerinde bu soruya tam anlama kategorisinde cevap verebilen öğrenci bulunmamaktadır. İlköğretim öğrencileri dışında bu soruya cevap veren ortaöğretim son sınıf ve üniversite öğrencilerinin tam anlama oranları birbirlerine oldukça yakındır. Bunun yanı sıra, kısmi anlama kategorisindeki öğrenci yüzdeleri artan öğrenim seviyesine göre sırasıyla, % 34, % 23 ve % 12 şeklindedir. Bir ilköğretim öğrencisinin vermiş olduğu “(Atomlar arası kimyasal bağlarda) Atomların bir arada kalmasını sağlayan mevcut bir çekim vardır, (Tİ-8)” şeklindeki cevap diğer öğrencilerin cevaplarına örnek teşkil etmektedir.

Özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisindeki öğrenci cevap yüzdeleri % 6, % 3 ve % 8 olarak bulunmuştur. Özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisinde, cevap veren öğrencilerin soruya yönelik kısmi anlamalara sahip oldukları fakat enerjinin depolandığı yeri geniş boyutta değerlendirirken kavram yanılgısına düştükleri belirlenmiştir. Bu duruma, bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(Çekirdek) Atom çekirdeğinde parçalanarak enerji üretilir ve böylece enerji depolanır, (TO-34)” şeklindeki cevap örnek olarak verilebilir.

Kavram yanılgısı kategorisinde üniversite öğrencilerinde cevap veren bulunmamaktadır. İlköğretim ve ortaöğretim seviyelerindeki öğrencilerin ise kavram yanılgısı kategorisindeki oranları birbirine yakın değerlerdedir. Bu kategoriye örnek cevaplar; “(Elektron) Elektronlar yörüngedeysen depo edilir, (Proton) Protonlar birbirini itmesini sağlayan depolanmış enerjidir, (Çekirdek) Kullanılan enerji sadece çekirdekte depolanır, (Tİ-1)-(TO-27)” gibi ifadeleri içermektedir. Bilimsel bilgi yetersizliği öğrencilerde soruları cevaplarırken problem çıkarmaktadır. Bu durumun en bariz örneği anlamama kategorisinde görülmüştür. Bu kategoride üniversite öğrencilerinin yarısından fazlasının cevap veremediği veya soruyla ilgisiz cevaplar verdiği görülmüştür. Diğer öğrenim seviyelerinde de öğrencilerin hemen hemen yarısı anlamama düzeyinde değerlendirilmiştir.

Enerji depolanmasının farklı maddelerin karşılaştırılması boyutundan ele alındığı 12. soruda, Tablo 10’ da görüldüğü gibi, öğrencilerin tam anlama seviyesindeki doğru cevap yüzdeleri ilköğretim son sınıf için % 6, ortaöğretim için % 17 ve üniversite % 28 olarak belirlenmiştir. Kısmi anlama yüzdelerinde ise ilköğretim öğrencileri diğer öğrenim seviyelerine göre en fazla orana sahiptir (% 60). Ayrıca, ilköğretim öğrencilerinin kendi içerisindeki farklı öğrenim kategorilerindeki dağılımında da kısmi anlama oranı en yüksek değerdedir. İlköğretim öğrencilerini, farklı öğrenim seviyelerinde sırasıyla ortaöğretim (% 60), ilköğretim son sınıf (% 34) ve ilköğretim baş sınıf (% 23) olarak belirlemiştir.

43) ve üniversite (% 20) öğrencileri izlemektedir. Kömür ve elmada bulunan enerji miktarlarının eşit olup olmadığına verilen cevaplardan kısmi anlamaya örnek olarak bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Hayır, çünkü kömür ve elmanın açığa çıkardığı enerji türü farklıdır, (Tİ-19)” bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Değildir, çünkü her maddenin enerjileri farklıdır kütleleri eşit olmasına rağmen ikisi de farklı maddelerdir. Bu nedenle kömür ve elmanın enerjileri eşit değildir, (TO-23)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Hayır, eşit olamaz. Çünkü atom yapıları farklıdır, (14)” şeklindeki cevaplar verilebilir.

Özel kavram yanılığı ile kısmi anlama kategorisinde, ortaöğretim son sınıf öğrencilerinde cevap veren bulunmamaktadır. Bunun yanında ilköğretim ve üniversite son sınıf seviyelerinde düşük oranlarda da olsa özel kavram yanılığı ile kısmi anlama kategorisinde öğrenci yer almaktadır. Bu kategoride cevap veren öğrenciler, yapılarındaki enerji durumu hakkında doğru ifadeler kullanmışlar fakat kömür ve elmada eşit miktarda enerji olduğunu belirterek yanılığa düşmüşlerdir. Özel kavram yanılığı ile kısmi anlama kategorisi için örnek teşkil eden cevaplar, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Olabilir, çünkü farklı çeşit enerji veririler. Fakat çıkan enerji miktarı aynı olabilir, (Tİ-8)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Olabilir, Enerji sadece yanma sonucu çıkan kalori değildir. Atomların içinde protonlarda da birikmiş enerji vardır. Bunların hepsi açığa çıkarıldığında çok büyük bir enerji açığa çıkar, yani eşit olabilir, (TÜ-20)” şeklindeki cevapları içermektedir.

Kavram yanılığı kategorisinde ise, öğrenci yüzdeleri artan öğrenim seviyesine göre sırasıyla, % 9, %20 ve % 8 olarak belirlenmiştir. Kavram yanılığı kategorisindeki cevaplar ise, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Hayır, kütle eşitliliği enerji eşitliliğine kıyas olamaz, (Tİ-16)” bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Olamaz, çünkü bu iki maddenin öz kütleleri farklıdır, (TO-1)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(İki maddenin enerjisi eşit) Hayır, enerji maddenin hızına bağlıdır, (TÜ-18)” şeklindeki ifadeler örnek olarak verilebilir. En son kategori olan anlamama kategorisinde ise en yüksek oran üniversite son sınıf öğrencilerine aittir (% 40). Üniversite son sınıf öğrencilerini sırasıyla ortaöğretim son sınıf (% 20) ve ilköğretim son sınıf öğrencileri (% 17) izlemektedir.

Özetle, öğrencilerin enerji depolanmasını anlama düzeyleri genel olarak öğrenim seviyesindeki artışla arttığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra kavram yanılığı oranları ilköğretim ve ortaöğretim seviyelerinde aynı iken, üniversite öğrencilerinde azalmaktadır.

(Tablo 10). Enerji depolanmasıyla ilgili farklı öğrenim seviyelerinde görülen kavram yanlışları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 11. Enerji depolanmasıyla ilgili kavram yanlışları

Kavram Yanlışları	İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
İnsanlar uykuda enerji depolar	•	•	
Besinlerden enerji depolanır	•	•	•
Canlılarda enerji depolanır	•	•	•
Fotosentezde enerji depolanır	•		
Elektronlar yörüngedeyken enerji depolanır	•	•	
Protonlar birbirini iterken enerji depolanır	•	•	
Enerji sadece çekirdekte depolanır	•	•	

### 3.1.5. Öğrencilerin Enerji Dönüşümünü Anlama Düzeyleri

Uygulanan testin 13, 14 ve 15. sorularıyla öğrencilerin enerji dönüşümüyle ilgili anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilere göre ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin enerji dönüşümünü anlama düzeyleri Tablo 12’ de sunulmuştur.

Tablo 12. Öğrencilerin enerji dönüşümünü anlama düzeyleri (%)

Soru No	Tam anlama			Kısmi anlama			Özel Kavram Yanılgısı İle Kısmi Anlama			Kavram Yanılgısı			Anlamama		
	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü	İ	O	Ü
13	3	20	12	60	46	60	9	14	16	17	6	0	11	14	12
14	9	9	8	51	37	32	5	17	16	9	14	12	26	23	32
15-a	6	37	20	51	20	12	9	6	4	17	17	12	17	20	52
15-b	14	34	0	49	29	28	11	11	20	9	15	4	17	11	48
15-c	28	43	16	26	43	12	3	2	20	20	6	4	23	6	48
15-d	29	32	20	31	34	20	3	6	8	11	14	4	26	14	48
15-e	20	37	24	40	37	20	0	3	12	11	9	0	29	14	44
Ort.	16	30	14	44	35	26	6	8	14	13	12	5	21	15	41

İ: ilköğretim (n=35) O: ortaöğretim son sınıf (n=35) Ü: üniversite son sınıf (n=25)

Enerji dönüşüyle ilgili soruların 13. ve 14. soruda gündelik hayattan bazı örnekler verilerek öğrencilerden bu olaylarda meydana gelen enerji dönüşümlerini açıklamaları istenmiştir. Bu sorular kinetik, sürtünme, ısı, ışık ve elektrik enerjisi gibi enerji türleri arasındaki enerji dönüşümlerinin öğrenciler tarafından anlaşılma düzeylerini belirlemeye yöneliktir. Bu sorularda, Tablo 12’ den de görüldüğü gibi her üç seviyede de öğrenciler çoğunlukla kısmi anlama göstermiştir. Tam anlama gösteren öğrencilerin oranı daha azdır. Tam anlama kategorisindeki farklı öğrenim seviyelerindeki öğrenciler kinetik enerji, sürtünme enerjisi, ısı enerjisi, ışık enerjisi ve elektrik enerjisi arasındaki dönüşümü benzer açıklamalarla ifade etmişlerdir. Bu duruma örnek olarak bir ilköğretim öğrencisi; “Hareketten dolayı kinetik enerji, sürtünme enerjisi ile ısı enerjisine dönüştü, bir ortaöğretim öğrencisi; (bisiklet hareket ederken) Hareket enerjisi sürtünme enerjisine dönüşür, oluşan elektrik enerjisi de ısı ve ışık enerjisine dönüşür, (Tİ-8)” ve bir üniversite öğrencisi ; “(ellerimizi birbirine sürterken) Isı enerjisi açığa çıkmıştır. Bunun nedeni hareket enerjisinin sürtünme enerjisine dönüşmesi ve sürtünme enerjisi ile ısı enerjisinin oluşmasıdır, (TÜ-7)” şeklinde cevap vermiştir.

Kısmi anlama kategorisinde ise, öğrencilerin enerji dönüşümünü anlatırken, dönüşüm esnasında ortaya çıkan enerji türlerinin bazılarında bahsettikleri ve bu bahsettikleri enerji dönüşümleri arasındaki sıra ve şeklin ne yönde olduğundan net bir şekilde bahsetmedikleri tespit edilmiştir. Özellikle ilköğretim öğrencilerinin enerji türlerini belirtmede dahi yeterli olmaları, bir ilköğretim öğrencisinin bisikletin dinamosu tekere sürterken meydana gelen enerji dönüşümüne verdiği; “Enerji dönüşümü meydana gelmiştir. Önce dinamo tekere sürter arada bir enerji oluşur. Bu dönme daha hızlı olursa ampul daha şiddetle yanabilir, (Tİ-2)” şeklindeki cevabından anlaşılmaktadır. Bunun yanında, ortaöğretim öğrencisi ellerimizi birbirine sürttüğümüzde meydana gelen ısınmadaki enerji dönüşümü hakkında; “El sürtünmeden dolayı ısınır, enerji açığa çıkar, bunun nedeni ellerin birbirine sürtünerek hareket kazanmasıdır, (TO-25)” bir üniversite öğrencisi ise, “Sürtünme enerjisi ısı enerjisine dönüşmüştür, (TÜ-9)” şeklinde cevap vermiştir.

Özel kavram yanılgısı ile kısmi anlama kategorisinde ise, ortaöğretim ve üniversite öğrencileri hemen hemen birbirlerine yakın yüzdeler oranlara sahipken, ilköğretim öğrencileri diğer öğrenim seviyelerine göre daha düşük yüzdeler değere sahiptir. Bu kategoride cevap veren, ilköğretim öğrencilerinin ellerimizi birbirine sürtmemiz esnasında meydana gelen enerji dönüşümünü cevaplarırken, sürtünme enerjisi ile ısı enerjisi arasındaki

enerji dönüşümünü kısmen doğru anlatmalarının yanı sıra enerji dönüşümünü insanda depolanmış enerjiyle açıklaya çalışmaları, bu öğrencilerde kavram yanlışlığını ortaya çıkarmaktadır. Bu duruma örnek olarak, bir ilköğretim öğrencisinin; “Elimizin depolanmış olduğu enerji sürtünme hareketi ile beraber ısı enerjisine dönüşür, (Tİ-18)” şeklindeki cevabı verilebilir. Ortaöğretim ve üniversite öğrencileri ise, enerji dönüşümünü açıklarken dönüşümde meydana gelen enerji türlerini doğru belirlemişler fakat birbirine dönüşen enerji türleriyle ilgili yanlış cevaplar vermişlerdir. Bu durumu, ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin bisiklet dinamosunun hareketi esnasında meydana gelen enerji dönüşümünü anlatırken kullandıkları; “Sürtünmeyle oluşan ısı enerjisi ışık enerjisine dönüşür yada sürtünme ile oluşan ısı enerjisi elektrik enerjisine dönüşür, (TO-13)-(TÜ-4)” şeklindeki ifadeleri destekler niteliktedir.

Kavram yanlışlığı kategorisinde ise, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin oranları birbirlerine yakınken, üniversite öğrencilerinin diğer öğrenim seviyelerine göre daha az oranda kavram yanlışlığına sahip oldukları belirlenmiştir. Farklı öğrenim seviyelerinde kavram yanlışlığına sahip öğrenciler enerji dönüşümlerini ifade ederlerken, enerji türlerini ve bu enerji türleri arasındaki dönüşüm mekanizmalarını yanlış cevaplarla açıklamışlardır. Kavram yanlışlığı kategorisi ise, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “(elimizi birbirine sürterken) Sıcaklık hissi oluştu bu bir enerji türüdür, (Tİ-13)” ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “(elimizi birbirine sürterken) Elimizde sıcaklıktan dolayı bir enerji birikimi olur, (TO-3)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “(bisikletin dinamosunda) Kinetik enerji mekanik enerjiye dönüşür, (TÜ-24)” şeklindeki ifadelerden ibarettir. En son kategori olan anlamama kategorisi içinse öğrenci cevap yüzdeleri artan öğrenim seviyesine göre birbirlerine yakın oranlardadır.

Farklı enerji türlerinin bir arada olduğu ve bu enerji türleri arasındaki enerji dönüşümlerinin sorulduğu 15. soru 5 alt soruyu içermektedir. Bu sorudaki basit elektrik devresi şekli 5 kısımdan oluşmaktadır. Bir numaralı kısımda pil, 2 numaralı kısımda vantilatör, 3 numaralı kısımda ütü, 4 numaralı kısımda radyo ve son olarak 5 numaralı kısımda bir lamba bulunmaktadır (Bkz. Ek.1). Elektrik devresindeki anahtarın kapatılmasıyla pildeki kimyasal enerji elektrik enerjisine, elektrik enerjisi de sırasıyla rüzgar, ısı, ses ve ışık enerjisine dönüşmektedir. Kimyasal enerji, elektrik enerjisi, rüzgar enerjisi, ısı enerjisi, ses enerjisi ve ışık enerjisi gibi enerji türleri arasındaki dönüşümler, alt sorularda ayrı ayrı ele alınmıştır. Bunu yapmaktaki amaç; öğrencilerin farklı enerji türleri hakkındaki bilgilerini ve bu enerji türlerinin birbirleriyle olan dönüşümlerindeki anlama

düzeylerini belirlemektir. Özellikle ‘kimyasal, ses ve rüzgar enerjisi’ gibi enerji türlerinin literatürdeki araştırma sorularında fazla kullanılmaması, öğrencilerin bu enerji türleri ve dönüşümleri hakkındaki cevaplarının önemini bir kat daha artırmaktadır. On beşinci sorunun tüm alt soruları bir arada ele alındığında, farklı enerji dönüşümlerinin sorulduğu bu sorulara verilen öğrenci cevaplarından, alt soruların tamamına en yüksek tam anlamayı Tablo 12’ den de görüldüğü gibi, ortaöğretim öğrencilerinin vermiş olduğu anlaşılmaktadır. Alt sorulardaki dikkat çekici nokta, ‘Kimyasal enerjinin elektrik enerjisine’ dönüşümünün sorulduğu ilk alt soruya, ilköğretim öğrencilerinin son derece düşük tam anlama göstermeleridir. Diğer bir dikkat çekici nokta ise, elektrik enerjisinin rüzgar enerjisine dönüşümünün sorulduğu ikinci alt soruya, üniversite öğrencilerinden hiçbirinin tam anlamaya uygun cevap verememesidir.

On beşinci soruya ait alt soruların cevaplanması için öğrencilerin iki noktaya hakim olmaları gerekmektedir. Bunlardan ilki, her alt sorunun belirttiği noktadaki enerji türlerinin bilinmesi, ikincisi ise, bu enerji türleri arasında nasıl bir enerji dönüşümü olduğunun açıklanmasıdır. Kısmi anlama gösteren öğrencilerin büyük bir kısmı, ya enerji türlerini tam olarak belirtememişler, ya da enerji dönüşümlerindeki durumu tam olarak ortaya koyamamışlardır. Tablo 12’ den kısmi anlama oranlarına bakıldığında, 1. 2. ve 5. alt sorularda en yüksek kısmi anlamaya ilköğretim öğrencilerinin sahip olduğu görülmektedir. İlköğretim öğrencilerinden sonra en yüksek kısmi anlama oranlarına sırasıyla ortaöğretim ve üniversite öğrencileri sahiptir. Birinci alt sorudaki kimyasal enerji-elektrik enerjisi dönüşümüne kısmi anlama kategorisinde cevap veren bir üniversite öğrencisinin verdiği; “Akım oluşur, elektrik enerjisi oluşur, (TÜ-17)” şeklindeki cevap diğer cevapları da temsil eder niteliktedir. İkinci alt soruda, elektrik enerjisi-rüzgar enerjisi dönüşümüne ise, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “2 numara ile gösterilen şekil devrede enerji oluştuğunda çalışarak hareket enerjisini oluşturur. Bu da kinetik enerjiye dönüşür, (Tİ-10)” cevabı örnek olarak verilebilir. Ayrıca beşinci alt soruda, elektrik enerjisi-ısı enerjisi dönüşümüne bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “Işık enerjisine dönüşüm olur, (TO-4)” ifadesi bu kategorideki diğer öğrenci cevaplarını da temsil etmektedir. Üçüncü ve dördüncü alt sorularda ise, en yüksek kısmi anlamaya ortaöğretim öğrencilerinin sahip olduğu görülmektedir. Ortaöğretim öğrencilerini sırasıyla ilköğretim ve üniversite son sınıf öğrencileri izlemektedir. Elektrik enerjisi-ısı enerjisi arasındaki enerji dönüşümünün sorulduğu 3. soruya bir ilköğretim öğrencisinin; “Ütü çalışmaya başlar bu sayede ısı enerjisi elde edilir, (Tİ-17)” şeklindeki cevabı örnek olarak verilebilir. Elektrik enerjisi- ses



enerjisi arasındaki dönüşümün sorulduğu 4. soruya ait kısmi anlama cevaplarını da, bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “Anahtar kapandığında radyo çalışır, kulağımıza radyonun çıkardığı ses gelir. Ses’ de bir enerjidir, (TO-33)” şeklindeki ifade temsil etmektedir.

Özel kavram yanılışı ile kısmi anlamaya yönelik verilen cevaplarda en belirgin husus, öğrencilerin alt sorularda yer alan enerji dönüşümleri açıklanırken, enerji türlerini kısmen ifade edip enerji dönüşümlerini açıklarken kavram yanılışına düşmesi olmuştur. Bu kategorideki belirgin noktalardan biri, enerji dönüşümü ile ilgili 1. soru dışındaki alt soruların hemen hemen tamamında üniversite son sınıf öğrenci oranlarının yüksek olmasıdır. Üniversite son sınıf öğrencilerini sırasıyla ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri izlemektedir. Üniversite öğrencileri ile diğer öğrenim seviyelerindeki öğrenciler arasındaki en belirgin fark elektrik enerjisi-ısı enerjisi dönüşümünü anlatan 3. alt soruda görülmektedir. Bu duruma bir üniversite öğrencisinin verdiği; “Anahtar kapatıldığında ütüde ısı enerjisi oluşur, ısınan ütüden de buhar çıkar, ısınmış ütüdeki ısı enerjisi bir enerji kaynağıdır, (TÜ-9)” şeklindeki cevap örnek olarak verilebilir. Bu kategoride öğrenci cevaplarının birbirine en yakın olduğu alt soru ise, 1. alt sorudur. Kimyasal enerji-elektrik enerjisi arasında dönüşüm olayının sorulduğu bu soruya cevap veren ilköğretim öğrencileri, pildeki kimyasal enerjiyi ‘durgun veya potansiyel enerji olarak tanımlayarak’ yanılığa düşmüşlerdir. Tüm öğrenci cevaplarını temsil etmesi bakımından bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Pildeki durgun enerji harekete geçer ve pildeki enerjinin dönüşümü olur, (Tİ-5)” şeklindeki cevabı verilebilir. Elektrik-rüzgar enerjisi dönüşümüne yönelik sorulan 2. alt soruda ise, özel kavram yanılışı ile kısmi anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin büyük bir kısmının oluşan rüzgar enerjisinden ziyade, vantilatörün hareketi esnasındaki kinetik enerjiyi ifade ettikleri belirlenmiştir. Ayrıca bu durumun elektrik enerjisindeki dönüşümden kaynaklandığı noktada yanılışlara düştükleri tespit edilmiştir. Bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “Kinetik enerji oluşur. Bunun nedeni vantilatörün yaydığı rüzgardır, (TO-24)” cevabı durumu en iyi şekilde anlatmaktadır. Elektrik enerjisi-ses enerjisi arasındaki enerji dönüşümünün sorulduğu 4. alt soruda tüm öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin birbirlerine yakın ve düşük değerlere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu kategorideki öğrencilerin çoğunun oluşan ses enerjisini doğru tanımladıkları fakat ses enerjisine dönüşen elektrik enerjisini açıklamada kavram yanılışına sahip oldukları belirlenmiştir. Bir üniversite öğrencisinin verdiği; “Kimyasal enerji ses enerjisine dönüşür, (TÜ-7)” şeklindeki cevabı diğer cevaplara da örnek teşkil

etmektedir. Gündelik hayatta çok sık görülen bir enerji dönüşümü olan, elektrik enerjisi-ışık enerjisi dönüşümünün sorulduğu 5. alt soruda görülen en belirgin durum, ilköğretim öğrencilerinde özel kavram yanılması ile kısmi anlamaya yönelik cevap veren öğrencinin olmamasıdır. Bu kategoride cevap veren öğrencilerin hemen hemen tamamı “Kimyasal enerji ışık enerjisine dönüşür, (Tİ-5)-(TO-28)-(TÜ-13)” şeklindeki ifadeyi kullanmışlardır.

Gündelik hayatta belki de her gün karşılaştığımız enerji dönüşümü örneklerinin sorulduğu 15. soruda ciddi kavram yanılmaları ortaya çıkmıştır. Tablo 12’ de bakıldığında üniversite son sınıf öğrencileri en düşük yüzelere sahiptirler. Üniversite öğrencilerini birbirlerine yakın oranlara sahip ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri izlemektedir. Kavram yanılmalarına sahip öğrenciler, hem enerji türlerini hem de enerji dönüşümlerini yanlışlı cümlelerle ifade etmişlerdir. Oranlar arasındaki en belirgin fark, elektrik enerjisi-ısı enerjisi dönüşümünün sorulduğu 3. soruda görülmektedir. Bu soruya cevap veren öğrencilerin bir dönüşüm sonucu oluşan enerji türünün diğer enerji türünün oluşmasını sağladığını belirtmeleri bu öğrencilerde kavram yanılmalarını ortaya çıkarmıştır. Daha açıklayıcı olması bakımından bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Rüzgar enerjisi ısı enerjisine dönüşür, (Tİ-16)” şeklindeki cevabı örnek olarak verilebilir. Kimyasal enerji-elektrik enerjisi sorusunda, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin oranları birbirlerine eşitken (% 17), üniversite öğrencilerinin oranları daha düşük değerdedir. Bu soruya kavram yanılması düzeyinde cevap veren öğrenciler, çoğunlukla pildeki ‘kimyasal enerji’ yerine ‘durgun veya potansiyel enerji’ tanımlarını kullanırlarken, enerji dönüşümü olaylarını da yanlış ifade etmişlerdir. Bir ilköğretim öğrencisi; “Potansiyel enerji kimyasal enerjiye dönüşür, (Tİ-32)” şeklinde cevap vermesi yukarıda anlatılanları destekler niteliktedir. İkinci ve dördüncü alt sorularda görülen durum, ortaöğretim öğrencilerinin en yüksek oranda kavram yanılımasına sahip olduğudur. Ortaöğretim öğrencilerini sırasıyla ilköğretim ve üniversite öğrencileri izlemektedir. Bu iki alt soruya verilen cevapları irdeleyecek olursak; ikinci alt soruda sorulan elektrik enerjisi-rüzgar enerjisi dönüşümü sorusuna, öğrencilerin hem enerji türü bazında hem de enerji dönüşümü noktasında yanlışlı cevaplar verdikleri görülmektedir. Bu kavram yanlışlı cevaplarda yer alan enerji türü ve enerji dönüşümlerindeki ifadeler çeşitlilik arz etmektedir. Bu duruma örnek teşkil eden cevapları, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Elektrik enerjisi potansiyel enerjiye dönüşür, (Tİ-2)” bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “Isı enerjisi hareket enerjisine dönüşür, (TO-24)” ve bir üniversite öğrencisinin verdiği; “Elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüşerek pervaneye hareket ettirir, (TÜ-23)” şeklindeki ifadeler oluşturmaktadır.

Dördüncü alt soruda yer alan elektrik enerjisi-ses enerjisi dönüşümüne cevap veren öğrencilerin dönüşümün ilk basamağı olan elektrik enerjisini ifade etmede ortaya koydukları kavram yanlışlarının, cevaplarının devamında anlatmaya çalıştıkları enerji dönüşümüne yönelik ifadelerde de yanlışlığa düşmelerine neden olduğunu göstermektedir. Bu noktadaki kavram yanlışları öğrenim seviyesine göre edindikleri bilgi düzeylerindeki değişimlere bağımlı bir şekilde çeşitlilik arz etmektedir. Bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Pilin enerjisi ile çalışır, toplam enerji kaybı olunca durur, (Tİ-6)” bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “Elektrik enerjisi radyoaktif enerjiye dönüşür, (TO-31)” ve bir üniversite öğrencisini verdiği; “Kimyasal enerji dalga enerjisine dönüşür, (TÜ-20)” şeklindeki ifadeler örnek olarak kullanılabilir. En yüksek kavram yanlışları oranı ise, ilköğretim öğrencilerinde tespit edilmiştir. Kavram yanlışlığı görülen öğrencilerde, enerji dönüşümü olayını daha çok günlük hayatta elde ettikleri deneyimlerle anlatmaya çalıştıkları görülmektedir. Bu öğrencilerin ‘enerji dönüşümü olmaz’ şeklindeki ifadeleri ciddi manada yanlışların olduğunu göstermektedir. Kavram yanlışlığı kategorisine ise, bir ilköğretim öğrencisinin verdiği; “Işık yanar, ama bir enerji dönüşümü olmaz çünkü ışık bir enerji değildir, (Tİ-7)” ve bir ortaöğretim öğrencisinin verdiği; “Enerji dönüşümü olmaz, (TO-15)” şeklindeki cevaplar örnek olarak verilebilir. Ayrıca üniversite öğrencilerinin tüm alt sorulardaki enerji dönüşümü olaylarında en yüksek anlamama oranına sahip olması çok dikkate değer bir durumdur. Üniversite son sınıf öğrencilerini sırasıyla ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri izlemektedir.

Özetle, enerji dönüşümü ile ilgili ortaöğretim öğrencileri en yüksek tam anlamaya sahipken, onları sırasıyla ilköğretim ve üniversite öğrencileri izlemiştir. Genel olarak belirlenen kavram yanlışları her üç düzeyde de görülmüştür (Tablo 12). Enerji dönüşümleriyle ilgili farklı öğrenim seviyelerinde görülen kavram yanlışları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 13. Enerji dönüşümleriyle ilgili kavram yanılgıları

Kavram Yanılgıları	İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
Ellerimizde depo edilen enerji ısı enerjisine dönüşür	•	•	
Ellerimizde sıcaklıktan dolayı enerji birikimi olur	•	•	
Bisiklet dinamosunda Isı enerjisi elektrik enerjisine dönüşür	•	•	
Bisiklet dinamosunda elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüşür	•		•
Rüzgar enerjisi ısı enerjisine dönüşür	•		•
Isı enerjisi ses enerjisine dönüşür	•	•	
Ses enerjisi ışık enerjisine dönüşür	•		
Kinetik enerji mekanik enerjiye dönüşür		•	•
Elektrik enerjisi radyoaktif enerjiye dönüşür			•
Potansiyel enerji kimyasal enerjiye dönüşür	•	•	•
Kimyasal enerji dalga enerjisine dönüşür			•
Enerji dönüşümü olmaz	•	•	

Genel olarak bakıldığında farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin enerji ve enerji ile ilişkili kavramlara ait anlama düzeylerinin ortalama oranları aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 14. Öğrencilerin enerji ve enerjiyle ilgili kavramlara ait anlama düzeyleri (%)

Kavramlar	Öğrenim Seviyeleri	Tam Anlama	Kısmi Anlama	Özel Kavram Yanılgısı ile Kısmi Anlama	Kavram Yanılgısı	Anlamama
Enerji	İlköğretim	14	40	20	16	11
	Ortaöğretim	31	19	18	10	10
	Üniversite	34	28	16	7	15
Enerji Kaynakları	İlköğretim	5	39	32	9	15
	Ortaöğretim	14	25	21	9	32
	Üniversite	19	27	12	7	36
Enerji Korunumu	İlköğretim	29	24	8	29	12
	Ortaöğretim	56	27	2	4	13
	Üniversite	36	32	2	10	20
Enerji Depolanması	İlköğretim	4	47	6	18	26
	Ortaöğretim	15	30	7	18	30
	Üniversite	17	17	8	12	45
Enerji Dönüşümü	İlköğretim	16	44	6	13	21
	Ortaöğretim	30	35	8	12	15
	Üniversite	14	26	14	5	41

### 3.2. Mülakattan Elde Edilen Bulgular

Mülakattan elde edilen bulgular, ana sorulara verilen cevapların benzerliğine göre gruplandırılması esaslı üzerine kategorileştirilerek aşağıda sunulmuştur.

#### 3.2.1. Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeyleri

Mülakatlar sırasında öğrencilere enerjinin tanımı ve varlığı ile ilgili sorular sorulmuştur. Alınan cevaplar öğrenci seviyelerine göre aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 15. Öğrencilerin enerji kavramı ile ilgili tanımları

Soru	Kategoriler	Öğrenim Seviyeleri		
		İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir?	Güç	1	0	0
	Kuvvet	1	0	0
	Besin	1	0	0
	ATP	0	1	0
	İş yapabilme yeteneği	0	2	3
	Dönüşüm	0	0	1
	Güneş	1	1	0
	Hareket için ön koşul	1	1	1
Canlı ve cansız maddelerin hepsinde enerji var mıdır?	Sadece canlılarda vardır	3	1	0
	Hepsinde vardır	1	4	5
	Canlıların hepsinde Cansızlardan sadece güneşte vardır	1	0	0
Bu maddelerin hangilerin de enerji vardır?	Duran bir otomobil	1	4	4
	Masa üstünde duran bir kitap	1	5	4
	Uçan bir kuş	5	5	5
	Güneş	5	5	5
	Ağaç	4	4	5

Tablo 15’ den görüldüğü gibi enerji kavramıyla ilgili ilk soruyu “Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir?” sorusu oluşturmaktadır. Bu soruya cevap veren ilköğretim öğrencileri güç, kuvvet, besin, güneş ve hareket gibi günlük hayatta da enerji ile ilişkili olarak kullanılan kavramlarla cevap vermişlerdir. Özellikle ‘güç ve

kuvvet' kavramları ile olan açıklamaları testteki enerji kavramına yönelik olarak belirlenen yanılıgılı cevaplarla paralellik arz etmektedir. Aşağıdaki ilköğretim öğrencisinin cevabı bu duruma örnektir;

A: Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir?

Mİ-1: Enerji bence kuvvettir. Yani bir cisme uygulanan kuvvet sonucu ortaya çıkar.

Ortaöğretim öğrencilerinin bu soruya verdikleri cevaplara ilköğretim öğrencilerinden farklı olarak, "ATP" ve "iş yapabilme yeteneği" eklenmiştir. Aşağıda bir ortaöğretim öğrencisinin mülakatından alıntı sunulmuştur; .

A: Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir?

MO-5: Benim aklıma ilk gelen şey ATP' dir.

A: Peki neden aklına ilk ATP gelir?

MO-5: Çünkü hareket etmemiz, yaşamamız için gerekli olan enerjiye ATP şeklinde besinlerden elde ederiz.

Üniversite öğrencilerinin büyük bir kısmı enerjiyi 'iş yapabilme yeteneği' olarak ifade etmişlerdir. Sebebi sorulduğunda, okulda verilen eğitimde bu tanımın verilmesi gösterilmiştir.

A: Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir?

MÜ-4: Aklıma ilk iş yapabilme yeteneği gelmektedir.

A: Peki niçin ilk aklına bu tanım gelmektedir?

MÜ-4: Nerdeyse ilköğretimden bu yana enerji bu tanımla bize öğretildiği için.

Enerjinin canlı ve cansız varlıklarda bulunup bulunmama durumu ile ilgili olarak ilköğretim öğrencileri çoğunlukla yanılıgılı cevap vermişlerdir. İlköğretim öğrencilerinin çoğunluğu sadece canlılarda, cansızlardan da sadece güneşte enerji vardır şeklinde fikir bildirmişlerdir. Bu durum, testin ikinci sorusunda görülen kavram yanılıgılı cevaplarla benzerlik göstermektedir. Nitekim, bazı nesnelere isimleri söylenip enerjileri olup olmadığı sorulduğunda da ilköğretim öğrencilerinden sadece bir kişi duran bir otomobil ve masa üstündeki bir kitapta enerji olduğunu belirtmiştir. Bir öğrencinin mülakatından aşağıda verilen alıntı diğer öğrencilerin de cevaplarını temsil eder niteliktedir.

A: Canlı ve cansız maddelerin hepsinde enerji var mıdır?

Mİ-1: Canlılarda vardır ama cansızlarda yoktur.

A: Mesela duran bir otomobilde enerji var mıdır?

Mİ-1: Yoktur, duran bir araba enerji harcamaz ama hareket eden arabada enerji vardır.

A: Belli bir yükseklikte bir masada duran kitapta enerji var mıdır?

Mİ-1: Yoktur çünkü kitap cansız nasıl enerjisi olsun ki.

Buna karşılık, güneş ve uçan bir kuş için tüm öğrenciler, ağaç için ise bir öğrenci dışında tüm öğrenciler enerjiye sahip olduğu yönünde cevaplar vermişlerdir. Ortaöğretim öğrencilerinin bir öğrenci dışında hepsi canlı ve cansızların hepsinde enerjinin olduğunu belirtmişlerdir. Bir öğrenci, ilköğretimde belirlenen yanılıya benzer şekilde, cansızlarda enerji olmadığını, sadece canlılarda enerji olduğunu belirtmiştir;

A: Canlı ve cansız maddelerin hepsinde enerji var mıdır?

Mİ-1: Cansızlarda enerji yoktur ama canlılarda enerji vardır.

A: Duran bir otomobilin enerjisi var mıdır?

Mİ-1: Hareket etmediğinde enerjisi yoktur.

A: Peki ağacın enerjisi var mıdır?

Mİ-1: Fotosentez yaparken enerji harcar ama ağacın enerjisi yoktur.

Canlı ve cansız varlıklarda enerji olup olmadığı ile ilgili olarak üniversite öğrencilerinin cevaplarında herhangi bir yanılıya rastlanmamıştır. Örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Canlı ve cansız maddelerin hepsinde enerji var mıdır?

MÜ-4: Evet hepsinde vardır.

A: Örneğin duran bir otomobilin enerjisi var mıdır?

MÜ-4: Yere karşı bir potansiyel enerjisi vardır.

A: Ağaçta enerji var mıdır?

MÜ-4: Canlılığını devam ettirebilmesi için fotosentez ve solunumla enerji elde eder.

Neticede oda bir canlıdır.

### 3.2.2. Öğrencilerin Enerji Kaynaklarını Anlama Düzeyleri

Mülakatlar sırasında öğrencilere enerji kaynakları ile ilgili sorular sorulmuştur. Alınan cevaplar öğrenci seviyelerine göre aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 16. Öğrencilerin enerji kaynakları ile ilgili cevapları

Soru	Kategoriler	Öğrenim Seviyeleri		
		İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
İnsan yaşamına devam edebilmesi için gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?	Güneş	1	1	1
	Hareket	1	0	0
	Organik maddeler	3	3	4
	İnorganik maddeler	0	1	0
Çevrenizde yer alan enerji kaynakları nelerdir?	Enerji türleri	1	3	1
	Pil ve akü	1	0	0
	Yenilenebilir kaynaklar	1	1	3
	Yenilenemeyen kaynaklar	2	1	1
Yenilenebilir veya Sürdürülebilir enerji kaynakları nelerdir?	Rüzgar	1	2	1
	Güneş	1	2	2
	Bilmeme	3	1	2

İnsanların enerji kaynağının sorulduğu soruya cevap veren, ilköğretim öğrencilerinin yarısından fazlası, doğru anlamaya yönelik olarak ‘insanların enerjilerini organik maddeler olan karbonhidrat, yağ ve proteinlerden sağladıklarını’ belirtmişlerdir. Bu öğrencilerin dışındaki öğrencilerin ‘güneşten ve hareket sonucunda enerji elde edileceğini’ söylemeleri, bu öğrencilerde kavram yanılgısı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan yaşamına devam edebilmesi için gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?

Mİ-3: insanlar kendileri için gerekli olan enerjiyi güneşten ısı ve ışık şeklinde sağlar.

Buna karşılık ortaöğretim öğrencilerinin çoğunun, enerjinin organik maddelerden elde edildiğini belirtmeleri, bu öğrencilerin doğru anlamaya sahip olduklarını göstermektedir. Kavram yanılgısına sahip öğrenciler ise, ‘güneş ve su’ gibi maddelerden enerji elde edileceğini söylemişlerdir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan yaşamına devam edebilmesi için gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?

MO-5: Besinlerden sağlar.



A: Peki besinlerin hepsi enerji sağlar mı?

MO-5: Evet besinlerde bulunan organik ve inorganik maddelerden enerji sağlanır. Bunların dışında hareketten de enerji elde edilir.

Üniversite öğrencilerinde ise, bir öğrencinin insanların kendileri için gerekli olan enerjiyi güneşten elde ettiğini belirtmesi kavram yanılgısına sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu öğrenci dışındaki tüm öğrenciler, insanların kendileri için gerekli olan enerjiyi organik maddelerden elde ettiklerini söylemişlerdir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan yaşamına devam edebilmesi için gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?

MÜ-2: İnsanlar enerji elde etmede besinlerden ve güneşten direkt enerji elde eder

A: Besinlerin hepsi enerji verici midir.

MÜ-2: Glikoz ve karbonhidrat enerji verir, vitaminden enerji sağlanmaz.

A: Güneşten nasıl enerji elde ederiz?

MÜ-2: Güneşten ısı enerjisi şeklinde.

Öğrencilerin çevrelerinde yer alan enerji kaynakları hakkındaki bilgilerini belirlemeye yönelik olarak sorulan soruya, cevap veren ilköğretim öğrencilerinin enerji kaynaklarını farklı şekilde değerlendirmeleri bazı kavram yanılgılarını ortaya çıkarmıştır. Örneğin, bir ilköğretim öğrencisi enerji kaynaklarının elektrik enerjisi, ısı enerjisi, ışık enerjisi olduğunu söylemiştir. Bunun dışındaki öğrenciler, enerji kaynağı olarak yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarından örnekler vererek doğru açıklamalarda bulunmuşlardır.

Buna karşılık ortaöğretim öğrencilerinin ise çoğu, enerji kaynağı olarak enerji türleri olan kinetik ve potansiyel enerji örneklerini vermişlerdir. Bu cevaplar öğrencilerde kavram yanılgısı olduğunu göstermektedir. Bu öğrencilerin dışındaki öğrenciler doğru anlamaya yönelik olarak güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji gibi yenilenebilir ve kömür, doğalgaz ve petrol gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarından yola çıkarak bazı cevaplar vermişlerdir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Çevrenizde yer alan enerji kaynakları nelerdir?

MO-5: Petrol, doğalgaz ve kömür bizim kullandığımız yakıtlardır. Aklıma bunlar geliyor.

Üniversite öğrencilerinin ise çoğu enerji kaynağıyla ilgili sorulan soruya güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve gel-git enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yola çıkarak doğru açıklamalarda bulunmuşlardır. Yalnızca bir üniversite öğrencisinin enerji kaynağı olarak elektrik enerjisi, ısı enerjisi, ışık enerjisi, gibi enerji türlerinden bahsetmesi, bu öğrencide kavram yanlışlığı olduğunu göstermiştir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Çevrenizde yer alan enerji kaynakları nelerdir?

MÜ-3: Isı, ışık, kinetik enerji ve potansiyel enerji gibi enerji kaynakları vardır.

Öğrencilerin yenilenebilir veya sürdürülebilir enerji kaynakları hakkındaki bilgilerini belirlemeye yönelik olarak sorulan soruya, ilköğretim öğrencilerinin çoğu yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi sahibi olmadıklarını söylemişlerdir. Diğer ilköğretim öğrencileri de ‘güneş ve rüzgar’ gibi enerji kaynaklarından yola çıkarak bazı açıklamalar yapmışlardır. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Yenilenebilir veya Sürdürülebilir enerji kaynakları nelerdir?

Mİ-3: Bilmiyorum.

A: Daha önce bilgi olarak hiç karşına çıktı mı?

Mİ-3: Yok çıkmadı, bu konuyu görmedik.

Buna karşılık ortaöğretim öğrencilerinden, bir ortaöğretim öğrencisi dışındaki tüm öğrenciler yenilenebilir enerji kaynaklarına örnek olarak güneş ve rüzgarı vermişlerdir. Bu durum, mülakata katılan ortaöğretim öğrencilerinin büyük bir kısmında doğru anlamaların olduğunu göstermektedir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Yenilenebilir veya Sürdürülebilir enerji kaynakları nelerdir?

MO-2: Güneş ve rüzgardır. Sürekli kullanılan bitmeyen enerji kaynaklarıdır. Rüzgarla yel değirmenleri, su barajda kullanılır, güneşten paneller yapılır.

Mülakata katılan üniversite öğrencilerden iki tanesi, yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi sahibi olmadıklarını söylemişlerdir. Bu iki öğrenci dışındakiler ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde olduğu gibi ‘güneş ve rüzgar’ enerjilerinden yola çıkarak ‘Güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi doğada bitmeyen enerji kaynağıdır’, şeklinde bazı açıklamalar geliştirmişlerdir.

### 3.2.3. Öğrencilerin Enerji Korunumunu Anlama Düzeyleri

Mülakatlar sırasında öğrencilere enerji korunumu ile ilgili sorular sorulmuştur. Alınan cevaplar öğrenci seviyelerine göre aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 17. Öğrencilerin enerji korunumu ile ilgili cevapları

Soru	Kategoriler	Öğrenim Seviyeleri		
		İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
Harcanan enerji yok olur mu?	Yok olur	4	0	0
	Yok olmaz	1	5	4
	Bilememe	0	0	1
Enerji korunumunda enerjinin başka bir forma dönüşme ihtimali var mıdır? Varsa örnek verebilir misiniz?	Işık enerjisi-Kimyasal enerji	0	1	1
	Potansiyel enerji-Kinetik enerji	0	2	2
	Kinetik enerji-Elektrik enerjisi	0	1	0
	Kimyasal enerji-ışık enerjisi	1	1	1
	Bilememe	0	0	1

Enerji kullanımı sonundaki enerji korunumuna yönelik soruya cevap veren ilköğretim öğrencilerinin dışındaki öğrenciler ‘enerji yok olur’ şeklinde cevaplar vermişlerdir. Bu kavram yanılgısı, testte enerji korunumuna yönelik olarak sorulan 9. soruda görülen yanılgılarla paralellik göstermektedir. Enerjinin yok olmayacağı cevabını veren bir ilköğretim öğrencisi ise, sorunun ikinci bölümünde pildeki enerjiyle yanan lamba örneğini vererek, ‘enerjinin yok olmayacağını, başka forma dönüşeceğini’ belirtmiştir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Harcanan enerji yok olur mu?

Mİ-4: Evet, harcanan enerji yok olur.

A: Harcanan enerji nasıl ve ne şekilde yok olur? Örnek verebilir misin?

Mİ-4: Mesela pildeki enerji harcanınca yok olur veya insandaki enerji hareket sonunda yok olur.

Buna karşılık, ortaöğretim öğrencilerinin tamamı ‘enerji yok olmaz, dönüşür’ cevabını vermiştir. Bu sorunun devamı niteliğindeki soruya ise, öğrenciler farklı enerji dönüşümü, örnekleri vermişlerdir. Öğrencilerin daha çok ‘pil’ örneğinde yola çıkarak pildeki enerjinin elektrik ve ışık enerjisine dönüşümünü veya ‘baraj’ örneğinde olduğu gibi, suyun

barajlarda kinetik ve elektrik enerjisine dönüşümlerini anlatan örnekler verdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca bir ortaöğretim öğrencisi fotosentez olayını örnek vererek ışık enerjisi ve kimyasal enerji arasındaki dönüşümü ifade etmiştir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Harcanan enerji yok olur mu?

MO-3: Yok olmaz, enerji sıfırlanmaz başka bir şeye dönüşür.

A: Başka bir forma dönüşüyorsa buna bir örnek verebilir misiniz?

MO-3: Sudaki enerjinin barajlarda elektriğe dönüşmesi

Üniversite öğrencilerinde ise, bir öğrenci dışındaki öğrencilerde ‘enerji yok olmaz, dönüşür’ cevabını vermişlerdir. Bu sorunun devamı niteliğindeki ikinci bölümdeki soruya da tıpkı ortaöğretim öğrencileri gibi ‘pil, baraj ve fotosentez’ örneğinden yola çıkarak bazı enerji dönüşümü olaylarını belirtmişlerdir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Harcanan enerji yok olur mu?

MÜ-1: Yok olmaz dönüşür.

A: Başka bir forma dönüşüyorsa buna bir örnek verebilir misiniz?

MÜ-1: Örnek olarak, potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi yada ışık enerjisinin bitkilerde kimyasal enerjiye dönüşmesi.

### **3.2.4. Öğrencilerin Enerji Depolanmasını Anlama Düzeyleri**

Mülakatlar sırasında öğrencilere enerji depolanması ile ilgili sorular sorulmuştur. Alınan cevaplar öğrenci seviyelerine göre aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 18. Öğrencilerin enerji depolanması ile ilgili cevapları

Soru	Kategoriler	Öğrenim Seviyeleri		
		İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
Enerji sizce nerede veya nerelerde depolanabilir?	Yenilenebilir kaynaklar	1	0	1
	Yenilenemeyen kaynaklar	1	0	0
	Potansiyel enerji	0	1	0
	Organik maddeler	1	1	1
	Pil ve akü	2	3	1
	Bilmeme	0	0	2
İnsan enerji depolayabilir mi?	Depolayabilir	5	4	5
	Depolayamaz	0	1	0
İnsan eğer enerji depolarsa nasıl ve ne şekilde depolar?	Atp	0	1	1
	Dinlenme	1	0	0
	Organik maddeler	4	4	4

Enerji depolanmasıyla ilgili enerjinin nerede veya nerelerde depolanabileceğinin sorulduğu soruya cevap veren ilköğretim öğrencileri farklı boyutlarda değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Bu soruya cevap veren ilköğretim öğrencilerinin çoğunun, enerji karbonhidrat, yağ ve proteinlerde ve güneşte depo edilir, şeklinde cevap vermeleri, onlarda kavram yanlışlığı olduğunu göstermektedir. Bazı öğrenciler de, enerjinin pil ve akü' de depolanabileceğini belirterek, doğru açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Sence enerji depolanabilir mi?

Mİ-2: Depolanır

A: Enerji sence nerede veya nerelerde depolanabilir?

Mİ-2: Bence pil ve akülerde depolanır.

A: Peki pil ve aküde nasıl ve ne şekilde enerji depolanır?

Mİ-2: Sadece depolandığını biliyorum, nasıl depolandığını bilmiyorum.

Mülakata katılan ortaöğretim öğrencilerinin çoğunluğu, enerjinin depolanmasını açıklarken 'pil ve akü' örneklerinden yola çıkarak bazı ifadeler kullanmışlardır. Geriye kalan 2 öğrencinin ise, enerjinin durgun halde, potansiyel enerji şeklinde veya karbonhidrat, yağ ve protein gibi organik maddelerde depolanabileceğini belirtmeleri, bu öğrencilerde kavram yanlışlığı olduğunu göstermektedir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Sence enerji depolanabilir mi?

MO-1: Bana depolanır gibi geliyor.

A: Enerji nerede veya nerelerde depolanabilir?

MO-3: Depolanabilir bence, depolanabilir enerji kaynakları vardır.

A: Depolanabilir enerji kaynakları nelerdir?

MO-3: Şuan aklıma gelmiyor ama enerji potansiyel enerji şeklinde depolanabilir.

Üniversite öğrencilerinin, bir kısmı enerjinin nerede veya nerelerde depolanabileceği ile ilgili bilgi sahibi olmadıklarını söylemişlerdir. Bir kısmının da tıpkı ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri gibi, enerjinin güneş ve karbonhidrat, yağ ve proteinlerde depolanabileceğini belirtmeleri, bu öğrencilerde kavram yanılgısı olduğunu göstermektedir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Sence enerji depolanabilir mi?

MÜ-1: Bence depolanabilir..

A: Enerji nerede veya nerelerde depolanabilir?

MÜ-1: Mesela aklıma ilk gelen güneşin ve akarsuyun hem kaynak olması hem de enerji depolamasıdır

Canlılarda enerjinin depolanmasına yönelik sorulan soru iki kısımdan oluşmaktadır. Bu sorunun ilk kısmında “insan enerji depolayabilir mi ?” sorusu sorulmuş ve bu soruya cevap veren ilköğretim öğrencilerinin tamamı enerjinin depolanabileceğini belirtmişlerdir. Bu sorunun ikinci kısmında ise enerjinin depolanabileceğini söyleyen bir ilköğretim öğrencisi, insanların hareketsiz olduğu, dinlendiği ve uyuduğu zamanlarda enerji depolayabileceğinden bahsetmiştir. Bu öğrenci dışında, mülakata katılan diğer ilköğretim öğrencileri de enerji, besinlerden elde edilen karbonhidrat, yağ ve proteinler şeklinde depo edilir ifadesini kullanmışlardır. Bu ifadeler dikkate alındığında mülakata tüm ilköğretim öğrencilerinin kavram yanılgısına sahip oldukları görülmektedir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan enerji depolayabilir mi?

Mİ-1: Depolar.

A: Peki insan nasıl ve ne şekilde enerji depolar?

Mİ-1: İnsan enerji harcamadığı sürece enerji depolanır. Mesela dinlenirken enerji depolanabilir.

Buna karşılık, mülakata ortaöğretim öğrencilerinden biri dışında hepsi enerjinin insan vücudunda ATP şeklinde depolanacağını ifade etmiştir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan enerji depolayabilir mi?

MO-2: Evet, depolayabilir.

A: İnsan nasıl ve ne şekilde enerji depolar?

MO-2: Karbonhidrat, yağ ve proteinlerden elde ettiği ATP' yi depolayabilir.

Üniversite öğrencilerinin ise, bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde, ortaöğretim öğrencilerinde olduğu gibi yarısından fazlasının enerjinin organik maddelerde veya ATP şeklinde depolanacağını belirtmeleri, bu öğrencilerin de kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermektedir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: İnsan enerji depolayabilir mi?

MÜ-4: Depolayabilir.

A: Peki insan nasıl ve ne şekilde enerji depolar?

MÜ-4: Organellerde depolanır, mesela mitokondride ve yağlarda enerji depolanır.

### 3.2.5. Öğrencilerin Enerji Dönüşümünü Anlama Düzeyleri

Mülakatlar sırasında öğrencilere enerji dönüşümü ile ilgili sorular sorulmuştur. Alınan cevaplar öğrenci seviyelerine göre aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 19. Öğrencilerin enerji dönüşümü ile ilgili cevapları

Soru	Kategoriler	Öğrenim Seviyeleri		
		İlköğretim	Ortaöğretim	Üniversite
Bir barajda elektrik üretimi esnasında hangi enerji dönüşümleri olur?	Özel yanılgıyla birlikte kısmi açıklama	3	0	0
	Doğru açıklama	2	5	4
	Bilememe	0	0	1
Kömürün yanması esnasında nasıl bir enerji dönüşümü gerçekleşmektedir?	Potansiyel enerji-ısı ve ışık enerjisi	5	3	4
	Kimyasal enerji-ısı ve ışık enerjisi	0	1	0
	Potansiyel enerji-kinetik enerjisi	0	1	0
	Bilememe	0	0	1

Enerji dönüşümü ile ilgili olarak, bir barajdan elektrik üretimi esnasında meydana gelen enerji dönüşümlerinin sorulduğu, soruya cevap veren ilköğretim öğrencilerinin yarısından fazlası özel yanlışlıkla birlikte kısmi anlama içeren cevaplar vermişlerdir. Bu kategorideki öğrenciler ‘su barajda depolandığı anda enerjisi yoktur, harekete geçen su kinetik enerji kazanır ve elektrik enerjisine dönüşür’ şeklinde ifadeler kullanmışlardır. Bu ifadelerde, barajda depolanmış olan suda enerjinin olmadığını belirtmeleri kavram yanlışlığına sahip olduklarını göstermektedir. Bunun dışında, geriye kalan ilköğretim öğrencileri de barajdaki elektrik üretimine yönelik doğru açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

Mİ-1: Su hareket ederken hareket enerjisi oluşur ve hareket enerjisinden de elektrik oluşur.

A: Barajda depo edilmiş haldeyken suyun enerjisi var mıdır?

Mİ-1: Barajdaki suyun bir enerjisi yoktur.

Buna karşılık, ortaöğretim öğrencilerinin tamamı doğru açıklamalarda bulunmuşlardır. Doğru açıklamada bulunan ortaöğretim öğrencileri ‘suyun barajlarda depo halindeyken potansiyel enerjisi olduğunu, su harekete geçtikten sonra kinetik enerjiye dönüştüğünü ve bu kinetik enerjiden de elektrik enerjisi oluştuğunu’ söylemişlerdir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

MO-2: (Su) Depo haldeyken bir potansiyel enerji var, bu enerji kinetik enerjiye, kinetik enerjinin çarkı döndürmesiyle elektrik enerjisi oluşur.

Üniversite öğrencilerden ise, bir öğrenci dışındaki tüm öğrenciler doğru açıklamalarla verilen örnekteki enerji dönüşümlerini açıklamışlardır. Örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

MÜ-3: Potansiyel enerji kinetik enerjiye oradan da elektrik enerjiye dönüşür.

Bir diğer soruda gündelik hayatta çok sık karşılaşılan ‘kömürün yanması sonucu oluşan ısı’ örneğinden hareketle, bu olaydaki enerji dönüşümleri sorulmuş ve daha derinlemesine bilgi edinmek amacıyla alt sorularla desteklenmiştir. Bu soruya cevap veren, ilköğretim öğrencilerinin tamamının ‘potansiyel enerji ısı ve ışık enerjisine dönüşür’ şeklindeki ifadeleri, bu noktada kavram yanlışlığına sahip olduklarını göstermektedir. Bu yanlışlık, ilköğretim öğrencilerinin enerji dönüşümü ile alakalı sorulan testin 15. sorusunun ilk kısmında görülen kavram yanlışlığıyla benzerlik göstermektedir. Örnek teşkil etmesi açısından, bir ilköğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Kömürün yanması esnasında nasıl bir enerji dönüşümü gerçekleşmektedir?



Mİ-4: Isı enerjisi oluşur.

A: Peki bu ısı enerjisi nasıl oluşur? Kömürde bir enerji var mıdır?

Mİ-4: Kömürün kendi durgun enerjisi yandığı zaman ısı enerjisi oluşur.

Buna karşılık, ortaöğretim öğrencilerinin yarısından fazlasının, tıpkı ilköğretim öğrencilerinde görülen kavram yanlışlığında olduğu gibi potansiyel enerjiden ısı ve ışık enerjisine doğru bir enerji dönüşümü olur şeklindeki ifadeleri belirlenmiştir. Bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir ortaöğretim öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Kömürün yanması esnasında nasıl bir enerji dönüşümü gerçekleşmektedir?

MO-2: Kömürün kendi sahip olduğu enerji ısı ve ışığa dönüşür.

A: Kömürdeki hangi enerji ısı ve ışığa dönüşür?

MO-2: Kömürde galiba potansiyel enerji var, bu enerji ısı enerjisine dönüşür.

Sadece bir ortaöğretim öğrencisi, ‘yanma esnasında kömürdeki kimyasal enerji ısı enerjisine dönüşür’ şeklinde doğru anlamayı gösteren cevabı vermiştir.

Üniversite öğrencilerinden, mülakata katılanların biri dışında tamamında kavram yanlışlığı belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlığı, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde görülen yanlışlığa benzer nitelikte olmakla birlikte testte enerji dönüşümüyle ilgili sorulan 15. sorunun ilk kısmındaki yanlışlıklara benzer nitelik taşımaktadır. Alt sorusunda sorulduğu bu soruya örnek teşkil etmesi açısından, bir üniversite öğrencisinin cevabı aşağıda verilmiştir.

A: Kömürün yanması esnasında nasıl bir enerji dönüşümü gerçekleşmektedir?

MÜ-2: Isı enerjisi açığa çıkar, kömürde var olan bir enerji farklı bir forma dönüşür.

A: Kömürdeki hangi enerji ısı ve ışığa dönüşür?

MÜ-2: Kömürde var olan potansiyel enerji dönüşür.

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın temel amacı; farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin enerji ve enerjiyle ilişkili olan enerji kavramı, enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü gibi kavramları anlama düzeylerini ve söz konusu kavramlarla ilgili mevcut kavram yanlışlarını belirlemektir.

Genel olarak bulgulara bakıldığında öğrenim seviyelerine paralel olarak öğrencilerin tam anlama düzeyinde de artış olduğu ve daha detaylı cevaplar verildiği görülmektedir. Öğrenim düzeyine göre cevaplar incelendiğinde, günlük hayattaki bilgi ile bilimsel bilginin kullanım oranlarının öğrenim seviyesine göre farklılık gösterdiği görülmektedir. İlköğretimden üniversite seviyesine yükseldikçe verilen cevapların günlük hayattaki bilgiden bilimsel bilgiye doğru değiştiği görülmüştür. Diğer bir ifade ile, ilköğretim öğrencileri açıklamalarında kavramın günlük yaşamda kullanımını ön plana çıkarırken, ortaöğretimde bu etki okul bilgisinin yanında kendisini göstermiş ancak, üniversite seviyesinde daha ziyade okul bilgisi ön plana çıkmıştır.

Bu durumun öğretim programlarındaki konuların içeriği ve öğretim yöntemleri ile ilgili olduğu söylenebilir. İlköğretim programlarına bakıldığında enerji kavramının 5. sınıfta sadece günlük olayları açıklamaya yönelik olarak işlendiği, 8. sınıfa kadar bu kavramlara çok az değinildiği ve 8. sınıfta da ortaöğretime hazırlık amacıyla plansız bir şekilde fazlaca bilimsel bilginin verildiği görülmektedir. Bu durum, ilköğretim öğrencilerinde günlük hayatta edinilen bilgilerin daha baskın olmasına ve öğrencilerin günlük hayatta edindikleri kavram yanlışlarıyla ders ortamına gelmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla, Öğrenciler bilimsel bilgiyle günlük bilgi arasındaki entegrasyonu sağlayamamakta ve böylece günlük hayattan edindikleri kavram yanlışlarıyla soruları cevaplamaya çalışmaktadırlar.

Bunun yanı sıra orta öğretimde, enerji konusunun sınav odaklı öğretime bağlı olarak, farklı disiplinlerde ve bilimsel manada her boyutuyla işlenmesi, öğrencilerde enerji konusu ile ilgili eksik olan bilimsel boyutun, kısmen de olsa tamamlanmasını sağlamaktadır. Üniversitede ise, öğrencilerin uzmanlık alanlarına ayrılması ve o alanlarda tamamen bilimsel bilgi odaklı çalışılması, bu öğrencilerdeki bilimsel bilgilerin, günlük bilgiden daha baskın olmasına neden olmaktadır.

Bu bölümde araştırma konusu olan kavramların farklı öğrenim seviyelerinde anlaşılma düzeylerine ilişkin bulgular literatürle karşılaştırılarak tartışılmıştır.

#### 4.1. Öğrencilerin Enerji Kavramını Anlama Düzeyleri

Enerji kavramının açıklanmasında artan öğrenim seviyesine bağlı olarak tam anlama seviyesinde genel bir artış olduğu, buna paralel olarak kavram yanlışlarında da azalma olduğu görülmektedir.

Enerji kavramının tanımı ve varlığı ile ilgili olarak sorulan sorulara verdikleri cevaplarda ilköğretim öğrencileri çoğunlukla enerjiyi canlılık ve hareketle bağdaştırmış, buna bağlı olarak bazı kavram yanlışlarına sahip olmuşlardır. Enerji kavramı yerine ‘güç ve kuvvet’ kavramlarını kullanmışlardır. Ayrıca, ‘canlıların hareket edenlerinde enerji bulunur ve hareket sonunda açığa çıkar’ ya da ‘duran bir arabanın enerjisi yoktur ama hareket eden arabada enerji vardır’ şeklindeki düşünceler çoğu ilköğretim öğrencisinde belirlenmiştir. Benzer yanlışlar Domenech (2007), Duit (2009), Steady (1980) Gilbert ve Watts (1983) tarafından da belirlenmiştir. Burada, öğrencilerin okulda öğrenmiş oldukları bilimsel bilgiyle, günlük yaşamda kullandıkları enerji kavramı arasında bir kavram karmaşası içerisinde oldukları söylenebilir. Solomon (1984) ve Gayford (1985) da çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Yukarıda belirtilen yanlışlara, nispeten daha az oranda da olsa, ortaöğretim ve üniversite seviyesinde de rastlanmıştır. Bu duruma, daha önce de belirtildiği gibi öğretim programlarının içeriği ve konuların işleniş yönteminin etkili olduğu düşünülmektedir.

İlköğretim programlarında, enerji türlerine yönelik kazanımlar sadece ısı, ışık ve elektrik gibi enerji türlerinin canlılarla olan ilişkisi etrafında şekillenmektedir. Bu durum, günlük hayatta edinilen bilgiyle öğretim ortamına gelen ilköğretim öğrencisine uygun olmakta ve bilimsel manada olan eksikliklerini görmesini de engellemektedir. Enerji türlerinin bilimsel manada enerjiyle olan ilişkisinin yeterince belirtilmemesi, öğrencilerin ilköğretim sürecinde enerji türlerine yönelik günlük hayatta edindikleri bilgilerin sınıf ortamında baskın olmasına neden olduğu söylenebilir.

Bunlara ilaveten, bu çalışmada literatür de rastlanmayan yanlışlar da tespit edilmiştir. Örnek olarak; ‘(Enerji) görünmeyen taneciktir.’, ‘Maddelerin ısı veya elektrik sonucu çıkan gücüdür.’, ‘Enerji maddelerin ısı, elektrik ve hareketleriyle elde edilir.’,

‘Enerji cansız cisimlerin de oluşturduğu çeşitli hareket ve maddeler sayesinde oluşan güçtür.’, ‘Seste kinetik enerji vardır.’, verilebilir.

#### 4.1.2. Öğrencilerin Enerji Kaynaklarını Anlama Düzeyleri

Enerji kaynakları ile ilgili sorulara bakıldığında, öğrenim seviyesi arttıkça tam anlamının arttığı, bunun aksine kavram yanlışlığının azaldığı görülmektedir. Özellikle ilköğretim öğrencileri bitkilerin ve insanların enerji kaynaklarının neler olduğu noktasında ciddi yanlışlara sahiptir. Bitkilerde enerjinin kaynağı hakkında sorulan soruya cevap veren öğrenciler toprağı, gübreyi ve hatta topraktaki böcekleri ve solucanları bitkilerin enerji kaynağı olarak göstermişlerdir. Bu yanlışların varlığı öğrencilerin fotosentez olayını bilgi düzeyinde öğrenmiş olduğuna işaret etmektedir. Fotosentez kavramının öğretimi sırasında bitkilerin yaşamlarını sürdürebilmeleri ve büyüebilmeleri için su ve suda çözülmüş besin maddelerine ihtiyaç duydukları ve bu maddeleri de kökleriyle topraktan aldıklarının söylenmesi, öğrencilerin toprağı enerji kaynağı olarak yorumlamasına yol açmış olabilir. Bacanak ve ark. (2004), Köse ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer yanlışlar tespit edilmiştir.

İnsanlarda enerji kaynakları hakkındaki cevaplarda, öğrenciler hava, su, güneş, egzersiz, ortam ısı ve uyku gibi faktörleri enerji kaynağı olarak nitelendirmişlerdir. Bu yanlışların oluşmasında günlük hayatta, bu faktörlerin enerji kaynağı olarak algılanmasının rolü olduğu düşünülmektedir. İlköğretim öğrencilerinin, önemli bir kısmının su ve uykudan enerji elde edileceğini veya enerji depolanacağını belirtmelerine bilimsel bilgilerindeki yetersizliğin neden olduğu söylenebilir. Ayrıca, bu kavram yanlışlarının ortaya çıkmasında insanlarda enerji kaynağının, insanların tüketmiş oldukları besinler olduğunu kavrayamamalarının etken olduğu düşünülmektedir. Benzer yanlışlar literatürde de yer almaktadır (Köse ve ark., 2006).

Dolayısıyla, öğrenciler insanların enerjilerini aldıkları besinlerden sağladıkları hakkında yeterli tam anlamaya sahip değildirler. Bu duruma, ortaöğretimde enerji konusunun farklı disiplinlerde ve farklı şekillerde gösterilmesinin yanı sıra, ilköğretimden bütüncül fen anlayışından gelen öğrencilerin, ortaöğretimde farklı disiplinler arası entegrasyonun sağlanmasında yaşadıkları problemin neden olabileceği düşünülmektedir.

Ayrıca, öğrencilerin önemli bir çoğunluğunun organik ve inorganik maddeleri bilmedikleri ve inorganik maddelerin enerji vermediği konusunda kavram yanlışlarına

sahip oldukları görülmüştür. Özellikle ilköğretim öğrencilerinin besin maddeleriyle beraber ‘oksijen ve kalsiyumu da’ enerji kaynağı olarak belirtmelerine; ilköğretim programlarında insanların enerji elde ettiği besin çeşitlerine yönelik öğrenci kazanımlarına yeterince yer verilmemesinin neden olduğu söylenebilir. Bu yanılgılara benzer yanılgılar literatürde de tespit edilmiştir (Gültepe ve ark., 2008; Mann ve Treagust, 2010).

Öğrencilerin çevrelerinde kullanabilecekleri enerji kaynaklarıyla ilgili verilen cevaplara bakıldığında öğrencilerin enerji türlerini, enerji kaynağı olarak nitelendirmelerine, enerji konusunun öğretiminde enerjiyle ilgili kavramların belli bir sistemle anlatılmamasının neden olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin büyük bir kısmının ‘Isı enerjisi, ışık enerjisi, elektrik enerjisi, kinetik enerji ve potansiyel enerji’ gibi cevapları literatürde yer almayan yanılgılara örnek olarak verilebilir. Bu durum, öğrencilerin enerji türlerini, enerji kaynağı olarak algılamalarından ileri gelmektedir.

Günümüzün en önemli konularından biri olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik öğrenci cevaplarının çoğunun ‘güneş ve rüzgar’ olmasında, ilköğretim programlarında yenilenebilir enerji kaynaklarından sadece güneş ve rüzgarın önemine yönelik öğrenci kazanımlarının olması ve diğer enerji kaynaklarının günümüz ve gelecekteki önemine yeterince değinilmemesinin neden olduğu düşünülmektedir. Her öğrenim seviyesinde ve özellikle ilköğretim öğrencilerinde, soruya ‘bilmiyorum’ cevabını veren öğrencilerin olması, özellikle ilköğretim ve ortaöğretim programlarında yenilenebilir enerji konusuna yeterince yer verilmemesiyle açıklanabilir. Bu durum, Tanrıverdi’ nin (2009) öğretim programlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının yeterince yer almadığı yönündeki tespitini de destekler niteliktedir.

#### **4.1.3. Öğrencilerin Enerji Korunumunu Anlama Düzeyleri**

Enerji korunumu her üç öğrenim düzeyinde de en fazla tam anlama gösterilen kavram olmuştur. En yüksek tam anlama ortaöğretim düzeyinde belirlenmiştir. Çalışmada enerji korunumuyla ilgili iki soru sorulmuştur. Bunlardan birisi ders ve test kitaplarında enerjinin korunumu konusunda verilen en belirgin örnek olan basit sarkaç ile ilgilidir. Bu soruda, özellikle ortaöğretim öğrencilerinin çok yüksek tam anlama göstermelerinde, bu öğrencilerin sınavlara yönelik çalışmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Teorik bilgi gerektiren bu soruda gözlenen tam anlama oranları günlük hayattaki basit bir olayla ilgili enerji korunumunun sorulduğu 9. soruya, verilen cevaplarda düşmüştür. Bu düşüş, tüm

öğrenim seviyelerinde görülmekle beraber özellikle ortaöğretim seviyesinde en belirgin olmuştur. Dolayısıyla, sorulara teorik olarak cevap verebilen öğrenciler bilgiyi kullanma ve düşünme konusunda yetersiz kalmışlardır.

Enerji korunumu, ilköğretim programlarında ayrı bir kavram olarak işlenmemekte ve sadece enerji dönüşümlerinden hareketle 8. sınıfta öğrenci kazanımı olarak verilmektedir. İlköğretimden ortaöğretime yetersiz bilgiyle gelen öğrencilerin, ortaöğretim ve üniversite öğreniminde bilimsel temelli ve sınav odaklı çalışmaları, bu öğrencilerde bilimsel bilginin, sadece belli başlı soruları çözmekteki yeterlilik olarak algılanmasına yol açtığı da düşünülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde; özellikle ilköğretim öğrencilerinin büyük bir kısmının basit sarkaç sistemindeki enerji değişimini ifade edemediği belirlenmiştir. Bu öğrencilerin bir kısmının; yükseklikle potansiyel enerjinin ters orantılı olacağı, bir kısmının da; potansiyel enerji değerindeki azalma karşısında kinetik enerji değerinin de azalacağı ya da değişmeyeceği şeklinde yanılgılara sahip olduğu belirlenmiştir. Bu yanılgılara sahip öğrencilerin kinetik ve potansiyel enerji değerlerini ifade edebilmesine rağmen, toplam enerji değerinin, kinetik ve potansiyel enerji değerlerinin toplamı olduğu kavrayışına sahip olmadıkları söylenebilir. Gülçiçek ve Yağbasan (2004) tarafından yapılan çalışmada da benzer yanılgılar tespit edilmiştir.

Özellikle ilköğretimde kavram yanılgısının yüksek oranda görülmesinin, öğrencilerin enerjinin korunumunu hareket ve canlılıkla yanlış bir şekilde ilişkilendirmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu yanılgılarda da ‘hareket sonucunda mevcut enerji azalır veya yok olur.’, ‘hareket sonunda enerji depolanır mevcut enerji yok olmaz.’ şeklindeki ifadelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Günlük öğrenen merkezli öğretim stratejisinden başlayıp, bilimsel temeli olan, enerji korunumunu içine alan öğrenme sürecine planlı bir şekilde geçilmemesinin bu yanılgıların oluşmasına sebep olabileceği düşünülmektedir.

#### **4.1.4. Öğrencilerin Enerji Depolanmasını Anlama Düzeyleri**

Enerjinin depolanması günlük hayatta aşına olunan fakat nasıl ve ne şekilde depolanacağı hakkında yeterince bilgi sahibi olunmayan bir alt enerji kavramıdır. Bu çalışmada göstermiştir ki, farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin büyük bir kısmı ya kısmi anlama veya anlamama düzeylerine sahiptir. Enerjinin nasıl ve şekilde

depolanabileceği sorusuna, Tablo 10' da görüldüğü gibi cevap veren farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin çok az bir kısmının tam anlamaya sahip oldukları belirlenmiştir. Enerjinin depolanması boyutunun ilköğretimde gerek müfredat, gerekse konu bazında yeterince yer almamasının ve bu eksik bilgiyle ortaöğretime gelen öğrencilere ortaöğretimde alana yönelik, yüzeysel ve güncel hayattan bağımsız bilgilerin verilmesi, öğrencilerin sadece güncel hayattan edindikleri eksik bilgilerle enerjinin depolanmasını öğrenmelerine ve bu yetersizliği üniversiteye taşımalarına sebep olabilir. Bu noktadan hareketle bu çalışmada da enerjinin depolanması ile ilgili olarak farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin çoğunda, kısmi anlama görülmüştür.

Ayrıca, öğrencilerin önemli bir bölümünde kavram yanılgısı belirlenmiştir. İlköğretimde fen ve teknoloji dersinde ve ortaöğretimdeki farklı disiplinlerdeki bağın tam olarak kurulamaması ve farklı öğrenim seviyelerine geçişlerde bu kavrama yönelik kilometre taşlarının planlanmaması, birbirine yakın tam anlama ve kavram yanılgısı oranlarının ortaya çıkmasına sebep olabilir. Öyle ki, ilköğretim öğrencilerinin bilimsel bilgilerinin eksik olması, bu öğrencilerin çevrelerinden edindikleri deneyimlerle soruyu yanıtlamaya çalıştıklarını düşündürmektedir. Bu yanılgıları içeren cevaplara: 'İnsanlar yemek yiyerek ve uyuyarak depolayabilirler.', 'Enerji su ve hava şeklinde depolanır.', 'Canlılarda farklı formlarda depolanabilir.' örnek verilebilir. Solomon (1985) tarafından yapılan çalışmada da benzer yanılgılar tespit edilmiştir. Bunların dışında, bu çalışmada literatür de rastlanmayan yanılgılar da tespit edilmiştir. Bunlara: 'Enerji Potansiyel enerji şeklinde yani cismin yüksekliğini arttırarak depo edilir.', 'Enerji su ve hava şeklinde depolanır.', 'Enerji bitkilerde fotosentez sırasında depolanır.' örnek verilebilir. Mülakatta yanlış anlamaya sahip öğrencilerin tamamına yakını enerjinin insanlar tarafından dinlenerek veya besin şeklinde vücutlarında depolanabileceğini belirtmişlerdir.

Kimyasal enerjinin nerede ve nasıl depolandığının sorulduğu soruya cevap veren öğrencilerin yaklaşık yarısı soruya anlamama düzeyinde cevap vermiştir. Özellikle ilköğretim ve ortaöğretim programlarında bir enerji türü olan kimyasal enerjiden ve kimyasal enerjinin nerede ve ne şekilde bulunduğundan yeterince bahsedilmemesi bu durumun oluşmasına sebep olabilir. Enerji dönüşümünde öğrencilerin yine önemli bölümünün pilde ve kömürdeki kimyasal bağlarda yer alan kimyasal enerjiyi açıklayamamaları, bir enerji türü olan kimyasal enerji noktasında görülen bilgi eksikliğini destekler niteliktedir.

Bu çalışmada, literatürde yer almayan bazı yanlışlara örnek olarak aşağıdaki cevaplar verilebilir: ‘Elektronlar, Kimyasal enerjinin depolandığı yerdir. Katmanlardaki elektronlar enerjiye sahiptir.’, ‘Kullanılan enerji sadece çekirdekte depolanır.’, ‘Proton ile elektronun birbirine sağlayan kuvvet şeklinde kimyasal enerji depolanır.’, ‘Kömürün yanması esnasında potansiyel enerji ısı enerjisine dönüşür.’

#### 4.1.5. Öğrencilerin Enerji Dönüşümünü Anlama Düzeyleri

Enerji dönüşümüyle ilgili elde edilen bulgular, enerji kavramı ve enerji korunumu da olduğu gibi enerji dönüşümünün de öğrenciler tarafından tam anlaşılmadığını ortaya çıkarmıştır. Güncel hayattan örnekler verilerek sorulan sorularda, öğrencilerden bu olaylarda meydana gelen enerji dönüşümleri hakkında yorum yapmaları istenmiştir. Örneğin, ellerimizi birbirine sürttüğümüzde meydana gelen enerji dönüşümünün sorulduğu soruya en yüksek tam anlamayı ortaöğretim öğrencileri göstermiştir. Bunu, ortaöğretim öğrencilerinin okulda öğrendikleri bilgilerle güncel hayattaki bazı enerji dönüşümlerini açıklamaya yönelik kazandıkları yeterliliğin sağladığı düşünülmektedir. Bunun yanında, özellikle ilköğretim düzeyinde önemli oranda kavram yanlışları belirlenmiştir. Bu kavram ile ilgili olarak literatürde bulunmayan yanlışlar da tespit edilmiştir. Bu yanlışlara ‘Elimizin birbirine sürtmemiz sonucu ısı enerjisi harcadık.’, ‘Elimizde sıcaklıktan dolayı bir enerji birikimi olur.’, ‘Elimizin depolamış olduğu enerji sürtünme hareketi ile beraber ısı enerjisine dönüşür.’, ‘Kinetik enerjinin bir kısmı mekanik enerjiye dönüşür.’, şeklinde örnekler verilebilir. Öğrencilerin tanım olarak, açıklayabildikleri enerji dönüşümünü günlük basit olayların açıklamasında yeterince kullanamamalarının bu kavram yanlışlarının doğmasına neden olduğu söylenebilir.

Bir diğer güncel olay olan, bisikletin hareketi esnasında tekere sürtünen dinamoyla birlikte bisiklette bulunan ampulün yanması örneğinde, öğrencilerden meydana gelen enerji dönüşümlerini yorumlamaları istenmiştir. Bu soruda bir önceki soruda olduğu gibi tam anlama seviyesinin düşük olduğu ve öğrencilerin önemli bir kısmında yanlış anlamalar olduğu belirlenmiştir. Bu soruda, en yaygın kavram yanlışlığı ‘Bisikletin dinamosu dönerken ısı enerjisi elektrik enerjisine dönüşmektedir.’ şeklindedir. Yürümezoğlu ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada da benzer yanlışlar belirlenmiştir. Bu kavram yanlışları, öğrencilerin enerji dönüşümüyle ilgili teorik bilgilerini bir olayı yorumlarken kullanamadıklarını göstermektedir. Öğrencilerin, çoğu zaman fen bilimlerindeki bilgileri



ezberledikleri ya da yüzeysel öğrendikleri ve bu sebeple günlük yaşantılarında bu kavramları kullanmadıkları da bilinen bir gerçektir.

Pil, vantilatör, ütü, radyo, lamba ve bir dirençten bir devre oluşturulmuş olan sorunun şekilsel olarak gösterilmesi, öğrencilerin soruya odaklanmasını sağlamada önemli bir etken olmuş olabilir. Sorunun tüm evrelerine cevap veren öğrencilerin yarıdan fazlasının devre kapandığında pilin içerisindeki enerji dönüşümünü tam olarak ifade edemedikleri görülmüştür. Bu sonucun bir benzeri yapılan mülakatta ortaya çıkmış ve öğrencilerin yine büyük bir çoğunluğu kömürün yanması esnasında meydana gelen enerji dönüşümünü ifade edememiştir. Literatürde de benzer öğrenim durumları bulunmaktadır (Brook ve Well, 1988; Yürümezoğlu ve ark., 2009).

Literatürde belirtilen öğrenim durumları dışında, yapılan mülakatlardan öğrencilerin önemli bir kısmının ses enerjisini bilmedikleri görülmüştür. Bu durumun ortaya çıkmasına öğrencilere daha çok belli başlı enerji çeşitlerinin (ısı enerjisi, ışık enerjisi, potansiyel enerji, kinetik enerji) öğretilmesi ve kimyasal enerji, ses enerjisi gibi enerji çeşitlerine özellikle, ilköğretim programlarında yeterince verilmemesinin neden olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca enerji dönüşümleri ile ilgili güncel örneklere, görsel etkinliklere yer verilmemesi ve sadece sözel anlatım etkinlikleriyle derslerin yürütülmesi, öğrencilerin bu yanlışları geliştirmelerine sebep olabilir. Sorunun vantilatör ve ütü ile ilgili kısımların da öğrencilerin yaklaşık yarısı doğru analizlerde bulunmuşlardır. Sorunun son kısmında öğrencilerin yarısından fazlasının lambanın yanması sonucu, ısı enerjisiyle beraber ışık enerjisinin de ortaya çıktığını belirtmeleri öğrenci bilgi düzeyinin artmasına bağlı olarak etrafındaki olayları algılama gücünün de arttığını göstermektedir.

## 5. SONUÇLAR

İlköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıftaki öğrencilerin enerji ve enerjiyle ilişkili olan enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü kavramlarını anlama düzeylerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik olarak yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgular ve yapılan yorumlara dayanılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Genel olarak, incelenen kavramlar her üç öğrenim seviyesinde de yeterince anlaşılammıştır. Beklendiği üzere öğrenim seviyesi arttıkça genel olarak kavramların ortalama tam anlaşılma oranları artmıştır. Ancak bütün kavramların ortalama tam anlaşılma düzeyi % 50' nin altında kalmıştır.
2. Enerji konusunun farklı seviyelerdeki öğrenciler tarafından anlaşılmasında günlük hayatta kullanımı ile bilimsel anlamı değişen oranlarda baskınlık göstermektedir. İlköğretim seviyesinde kavramların günlük hayatta kullanımı ile ilgili anlamı ön plana çıkarken, orta öğretim ve üniversite seviyelerinde giderek artan oranlarda bilimsel tanım ve okul bilgisi ön plandadır.
3. Enerji denildiğinde her üç öğrenim seviyesinde de ilk akla gelen çoğunlukla fizikteki enerji kavramı olmuştur. Bu durumdan, ilköğretim ve ortaöğretimde enerji konusunun öğretiminde entegrasyonun tam olarak sağlanamadığı sonucu çıkarılabilir. Bu noktada, çalışmada elde edilen sonuçlar ilk ve orta öğretim düzeyinde yapılan başka çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir. Özellikle enerjinin tanımı, transferi ve dönüşümünde belirlenen bu durum yüksek öğretim düzeyine kadar devam etmektedir.
4. İlköğretim öğrencilerinin önemli bir kısmı doğadaki nesnelere yapılarındaki enerjiyle var oldukları konusunda bir bilgiye sahip değildirler. Enerji canlılara ve canlılığa ait bir özellik olarak görülmekte ve cansız varlıkların hareket etmediği için enerjisi olmadığı düşünülmektedir. Bu durumun Gürdal ve ark. (1999) tarafından da belirtildiği gibi ilköğretim programlarında enerji kavramının daha çok canlılarla olan ilişkisinin ön planda tutulmasından kaynaklandığı söylenebilir.

5. Ortaöğretim ve üniversite öğrencilerinin büyük bir kısmı enerjiyi tanımlarken 'iş yapabilme yeteneğidir' şeklinde ifadeler kullanmışlardır. Bu yüzeysel tanımdan hareketle kinetik-potansiyel enerji ve enerjinin korunumu temelinde enerji konusunun işlenmesinin yanında enerji kaynakları ve enerji depolanması konularına yeterince yer verilmemesi bu konulardaki eksik öğrenmelere sebep olduğu düşünülmektedir.
6. Enerji türleri konusu her seviyede en fazla problem oluşturan konulardan birisidir. Varlıklarla sahip oldukları enerji türlerini eşleştirme konusunda her üç seviyedeki öğrenciler de problem yaşamaktadırlar. Öğrencilerin tamamına yakını pilde ya da seste enerji olduğunu bilmesine rağmen, enerjinin türü konusunda yanlışlığa düşmektedirler. Ayrıca, enerji formlarının pek çoğunun öğrencilerce bilinmediği; kinetik enerji ile potansiyel enerji arasında kurulan anlamlı ilişkinin mekanik enerji ile kurulamadığı görülmüştür. Öğrenciler enerji türlerinden bahsederken sıklıkla kinetik, potansiyel ve mekanik enerjilerden bahsetmektedirler. Bu durumun oluşmasında, ilköğretim programlarında en fazla fiziksel bilgiye dayalı konularda geçiyor olması etkili olabilir.
7. Enerji dönüşümüne yönelik sorular her üç düzeydeki öğrencilerin de enerji ile ilgili fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayları özümseyip yorum yapmada ve günlük hayatta karşılaştıklarıyla öğrendikleri arasında ilişki kurmada sorun yaşadıkları sonucunu ortaya koymuştur. Öğrenciler, enerji dönüşümlerinde eğer algılanabilir veya gözlemlenebilir nitelik varsa (ışık, vantilatör, radyo, ütü gibi) dönüşümü anlayabilmekte ve doğru cevap verebilmektedir. Buna karşın, pil ve kömür örneğinde olduğu gibi enerji dönüşümü doğrudan algılanamayan veya gözlemlenemeyen bir boyutta ise öğrencilerin buradaki dönüşümü tam olarak anlayamamaktadırlar.
8. Her üç düzeydeki öğrenciler de bitkilerde enerji kaynağı konusunda yanlış anlamalara sahiptirler. Bitkilerin de insanlar ve hayvanlar gibi beslendiklerine dair inanışları, bitkilerin besin üretmek için kullandıkları hammaddeleri besin olarak düşünmeleri, enerji üretimi sürecindeki yanlış fikirleri, gübrelerin görevleri ile ilgili bilgi eksiklikleri ve enerji dönüşümlerini tam olarak kavrayamamış olmaları öğrencilerde bu konuda kavram yanlışlığına sahip olmalarındaki etken olduğu düşünülebilir. Bu yanlışlıkların her öğrenim seviyesinde görülmesi, erken dönemlerde kazanılan kavram yanlışlıklarının

ilerideki dönemlerde de etkisini koruduğu yönündeki yaygın düşüncüyü desteklemektedir.

9. Yenilenebilir enerji kaynakları hakkında her öğrenim seviyesinde, bilgi eksikliği ve yanlış anlamaların olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumun oluşmasına, orta öğretimden itibaren enerji konusunun farklı disiplinlerde ve güncel hayattan problemleri içermeyen teorik bilgilerle verilmesinin yanında yenilenebilir enerji kaynaklarına ders kitaplarında ve müfredat programlarında yeterince yer verilmemesinin sebep olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, öğrencilerin tamamına yakınının yenilenebilir enerji kaynaklarından sadece rüzgar ve güneş enerjisini bildikleri fakat bu kaynaklar hakkında tam anlamaya sahip olmadıkları sonucu çıkmıştır.
10. Enerji depolanmasıyla ilgili farklı öğrenim seviyelerindeki kavram yanlışları birbirine yakın oranlarda ve benzer şekillerde görülmektedir. İlköğretimde fen ve teknoloji dersinde, ortaöğretimde fizik, kimya ve biyoloji gibi farklı disiplinlerde enerji depolanmasına gerek ünite gerekse konu bazında yeterli önemin verilmemesinin, öğrencilerde enerji depolanmasıyla ilgili mevcut yanlış anlamaların bir sonraki öğrenim seviyesine taşınmasına yol açtığı düşünülmektedir.
11. İlköğretim seviyesindeki öğrenciler enerji ile ilgili temel kavramlarda eksik ve yanlış anlamalara sahiptirler. Bu durum onların ileriki öğrenim yaşantılarında karşılaştıkları yeni kavramları anlamalarını zorlaştıracaktır ve yeni kavram yanlışlarına yol açacaktır. Dolayısıyla, öğrenim seviyesi yükseldikçe, kavram yanlışları çeşitlenebilir. Nitekim, bu çalışmada üniversite seviyesinde görülen kavram yanlışları alt seviyelere göre daha fazla çıkmıştır.
12. Öğrencilerin farklı disiplinlerde yer alan enerji ve enerji ile ilgili kavramları ilköğretim düzeyinden itibaren eksik ya da yanlış öğrenmeleri veya bu kavramların yerine alternatif kavramlar kullanmaları, enerji kavramının öğrenilme sürecinde öğrencilerin deneyimlerinin uygun bir şekilde yapılandırılmamasından kaynaklanabilir.

## 6. ÖNERİLER

Enerji ve enerjyle ilişkili olan enerji kaynakları, enerji korunumu, enerji depolanması ve enerji dönüşümü ile ilgili olarak ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite son sınıf öğrencilerinin anlama düzeylerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada varılan sonuçlara dayanarak aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

1. Öğrenciler ilköğretim ve ortaöğretimde edindikleri kavram yanlışlarını devam ettirerek üniversiteye gelmelerini önlemek için ilköğretimden itibaren öğretim ortamlarının öğrencilerin muhtemel kavram yanlışlarını ortaya çıkaracak ve istenen yönde kavramsal değişimi sağlayacak şekilde düzenlenmesi gerekir. Bu noktada öğretmenlerin ve öğretim elemanlarının belirtilen öğretim ortamlarının düzenlenmesi konusunda gerek hizmet içi eğitim ve gerekse de hizmet öncesi ya da lisans programlarında eğitilmeleri ve konu ile ilgili literatürde belirlenen kavram yanlışlarından haberdar olmaları önemlidir.
2. Tespit edilen kavram yanlışlarını gidermede kullanılabilecek rehber materyaller geliştirilmelidir. Materyaller geliştirilirken daha çok duyuya hitap edecek materyallerin geliştirilmesi amaçlanmalıdır. Ön bilgilerin hatırlanarak, yeni öğrenilen kavramla aralarındaki ilişkinin kurulmasını sağlayan anlam çözümleme tabloları, kavram ağları, kavram haritaları, V diyagramları gibi materyaller bu amaçla kullanılabilir.
3. Enerji kavramıyla ilgili ilköğretimden itibaren günlük hayata yönelik aktivitelerin olduğu bazı projeler geliştirilmeli ve böylece öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarını hayatın içinde görmeleri sağlanmalıdır. Buna paralel olarak enerjinin alt kavramlarını da kapsayacak şekilde, farklı disiplinlere ait her boyutu ele alacak ve disiplinler arası ilişkinin de kurabileceği aktivite veya stratejiler geliştirilmesi, öğrencilerin hem kavram yanlışlarının farkına varmalarını hem de bilgiyi daha sağlıklı yapılandırmalarını sağlayabilir.

4. Öğrencilere enerji ve enerjiyle ilgili kavramlar anlatılırken benzer örnekler üzerinde kavramların öğretilmesi yerine farklı örnekler üzerinde konular işlenmelidir. Böylece öğrencilerin tek bir örnek üzerinde bilgilerini yapılandırmaya çalışmaları ve diğer uygulamalarda da sadece bir tek örneği temel alma özelliklerinin önüne geçilebilir.
5. İlköğretim 4. sınıftan itibaren enerji konusunun öncelikli kavramları öğrenim düzeyi de göz önüne alınarak ve süreklilik arz edecek şekilde planlanmalı ve günlük hayattaki bilgiyle bilimsel bilgi arasındaki ilişkiyi belirten örnekler kullanılmalıdır.
6. İlköğretim programlarına, enerjinin ağırlıklı olarak çevredeki fiziksel olayları açıklamaya yönelik kazanımlarından ziyade biyolojik ve kimyasal boyutlarını da açıklamaya yönelik kazanımların konulması önerilebilir.
7. İlköğretim programlarında yenilenebilir enerji eğitimine ünite ve konu bazında daha fazla yer verilebilir. Yenilenebilir enerji eğitimine yönelik olarak çevre sorunlarını fark etme ya da çevreye karşı duyarlılık geliştirme ile ilgili kazanımların yanı sıra araştırma yapma, tasarı geliştirme, proje tasarlama, sorumluluk geliştirme gibi kazanımların sağlanmasına yönelik adımlar atılmalıdır.
8. İlköğretim Fen ve teknoloji programlarında bulunan enerji kavramları, bir bütünlük içinde ele alınarak düzenlenebilir. Enerji kavramı ile ilgili konular, fizik, kimya ya da biyoloji ile ilgili ünitelerde ayrı ayrı yer almamalı, bu konuyla ilgili bir ünite içerisinde, bir bütünlük içinde ele alınabilir.
9. Bu konu ile ilgili olarak gelecekte yapılacak olan çalışmalar için, öğretmenlerin ve ilköğretim 5. sınıf seviyesindeki öğrencilerin de örneklem grubu içerisine dahil edilmesi ve daha az sayıda kavramla çalışılması önerilmektedir.

## 7. KAYNAKLAR

- Abdullah, A. ve Scaife, J., Using Interviews to Assess Children's Understanding of Science Concepts, School Science Review, 78, 285 (1997), 79-84.
- Abraham., M.R., Gryzyboeski, E.B., Renner, J.W. ve Marek, A.E, Understanding and Misunderstanding Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks, Journal of Research in Science Teaching, 29 (1992), 105-120.
- Ant, A., Evrende Yolculuk Kuarklar Ülkesi-2, Zambak Yayınları, İzmir, 2005.
- Aşıcı, H., Arslan, A., Ege, M., Görgün, Z. F., Karaca, İ. ve Tezcan, F., İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programında Enerji Kavramı. <http://oc.eab.org.tr/egtconf/pdf/Kitap/pdf/4678Ocak2011>.
- Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Cerrah, L. ve Karamustafaoğlu, O., Fen Bilimlerinde Öğrencilerdeki Kavram Anlama Seviyelerinde ve Yanılgılarını Belirleme Yöntemleri Üzerine Bir İnceleme, X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Ekim 2001, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Aydın, G. ve Balım, G.A., Yapılandırmacı Yaklaşımına Göre Modellenmiş Disiplinler Arası Uygulama: Enerji Konularının Öğretimi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 38,2 (2005), 145-166.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç., Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23,2 (2003), 111-124.
- Bacanak, A., Küçük, M. ve Çepni, S., İlköğretim Öğrencilerinin Fotosentez ve Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi: Trabzon Örneği, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17 (2004), 67-80.
- Balkan, N. ve Erol, A., Çevremizdeki Fizik, İmaj Yayınevi, Ankara, 2005.
- Bell, J., Doing Your Research Project: A guide for First Time Researchers in Education and Social Science, Open University Press, Milton Keynes, Philadelphia, 1989.
- Berber, N. ve Sarı, M., Kavramsal Değişim Metinlerinin İş, Güç, Enerji Konusunu Anlamaya Etkisi, Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, 27 (2009), 159-172.
- Berber, C. N. ve Sarı, M., Pedagojik-Analojik Modellerin İş, Güç, Enerji Konusu ile İlgili Kavramları Anlamaya Etkisi, Milli Eğitim Dergisi, 185 (2010), 240-265.
- Brook, A. ve Well, P., An Alternative Approach to Teaching and Learning About Energy?, Physics Education , 23 (1988), 80-86.

- Boyes, E. ve Stanisstreet, M., Misunderstandings of 'Law' and 'Conversation' : A Study of Pupils' Meanings for These Terms, School Science Review, 72 (1990), 51-57.
- Çepni, S., Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş , Meslek Yapıtları Yayınevi, Trabzon, 2009.
- Çoban,G., Aktamış, H. ve Ergin, Ö., İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Enerjiyle İlgili Görüşleri, Kastamonu Eğitim Dergisi, 15,1 (2007), 175-184.
- Chedid, G. L., Energy, Society and Education with Emphasis on Education Technology Policy for K-12, Journal of Science Education and Technology, 14,1 (2005), 75-85.
- Cohen, L. ve Manion, L., Research Methods in Education, Third Edition, Routledge Publications, New York, 1989.
- Dekkers, P.J.M. ve Thijs, G.D., Making Productive Use of Student' Initial Conceptions in Developing the Concept of Force, Science Education, 82 (1998), 31-51.
- Domenech, JL., Gil, D., Gras, A., Guisasola, J., Martinez, J., Salinas, J., Trumber, R., Valdes, P. ve Vilches, A., Teaching of Energy Issues: a Debate Proposal for a Global Reorientation, Physics Education, 16 (2007), 43-64.
- Duit, R., Learning the energy concept in school- empirical results from The Philippines and West Germany, Physics Education, 19 (1984), 59-66.
- Duit, R., STCSE- Bibliyography: Students' and teachers' conceptions and science education. Kiel, Germany: IPN- Leibniz Institute for Science Education, <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stese/stese.html> 21 Aralık 2009.
- Dumanoğlu, F., Ortaöğretim Enerji Kavramının Öğretimi ve Enerji Eğitimi, Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1997.
- Ebenezer, J.V. ve Fraser, M.D., First Year Chemical Engineering Students Conception of Energy in Solution Processes; Phenomenographic Categories for Common Knowledge Construction, Science Education, 85 (2001), 509-535.
- Else, M., Transferring, not Transforming Energy. School Science Review, 69 (1988), 427-437.
- Gayford, C. G., Some aspects of the problems of teaching about energy in school biology. European Journal of Science Education, 8 (1986), 443-450.
- Gezer, K., Köse, S. ve Sürücü, A., Fen Bilgisi Eğitim ve Öğretim Durumu ve Bu Süreçte Laboratuvarın Yeri. III. Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu, 1999, M.E.B, ÖYGM.



- Gilbert, J. ve Watts, M., "Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education," Studies in Science Education, 10 (1983), 61-98.
- Ginns, I.S. ve Watters, J.J., An Analysis of Scientific Understandings of Preservice Elementary Teacher Education Students, Journal of Research in Science Teaching, 32, 2 (1995), 205-222.
- Goldring, H. ve Osborne, J., Students' Difficulties with Energy and Related Concepts, Physics Education, 29 (1994), 26-32.
- Göksu, E., Enerji Kaynakları, İmaj Basımevi, İstanbul, 1986.
- Göktun, S., Güneş Enerjisinin Depolanması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1983.
- Gülçiçek, Ç. ve Yağbasan, R., Basit Sarkaç Sisteminde Mekanik Enerjinin Korunumu Konusunda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 3(2004), 23-38.
- Gültepe, M., Yıldırım, O. ve Sinan, O., Solunum Sistemi Konusunun Oluşturmacı Yaklaşımına Dayalı Öğretiminin 6. Sınıf Öğrenci Başarısına Etkisi, İlköğretim Online, 7, 2 (2008), 522-536.
- Gürdal, A., Bayram, H. ve Şahin, F., İlköğretim Okullarında Enerji Konusunun Entegrasyon ile Öğretilmesi. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu, Ekim 1999, Ankara.
- Haidar, A.H. ve Abraham, M.R., A Comprison of Applied and Theoretical Knowledge of Concept Based on the Particulate Nature of Matter, Journal of Research in Science Teaching, 28, 10 (1991), 919-938.
- Hırça, N., Çalık, M. ve Akdeniz, F., Investigating grade 8 students' conceptions of energy and related concepts, Journal of Turkish Science Education, 5, 1 (2008), 75-85.
- İskender, S., Türkiye ve Dünyada Enerji ve Nükleer Enerji Gerçeği, Saner Basım Sanayi, Ankara, 2005.
- Kalyoncu, C., Değirmenci, A., Tütüncü, A., Çakmak, Y., ve Pektaş, E., Ortaöğretim Fizik 9 Ders Kitabı, Kelebek Matbaacılık, İstanbul, 2009.
- Karaca, G. ve Göktan, S.Ö., Ortaöğretim Kimya 10 Ders Kitabı, Paşa Yayıncılık, Ankara, 2007.
- Kayalı, H. A., Ürek, R. Ö., Çavaş, B. ve Tahran, L., İlköğretim Enerji Kavramı ve Enerji Tasarrufuna Yönelik Bir Çalışma, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 6-8 Eylül 2000, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

- Keser, Ö.F., Özmen, H. ve Akdeniz, F., Energy, Environment and Education Relationship in Developing Countries' Policies: A Case Study for Turkey, Energy Source, 25 (2003), 123-133.
- Konuk, M. ve Kılıç, S., Fen Bilimleri Öğrencilerinde Bitki ve Hayvanlardaki Enerji Kaynağı Konusundaki Kavram Yanılgıları, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 23-25 Eylül 1998, K.T.Ü, Trabzon.
- Köse, S., Ayas A. ve Taş, E., Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14 (2003), 106-112.
- Köse, S., Bağ, H., Sürücü, A. ve Uçak, E., Prospective Science Teacher' About Energy, International Journal of Environmental and Science Education, 1, 2 (2006), 141-152.
- Kurnaz, A. M., "Enerji Kavramını Üniversite 1. Sınıf Seviyesinde Öğrenim Durumlarının Analizi", Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2007.
- Liarakou, G., Gavrilakis, C. ve Flouri, E., Secondary Teachers' Knowledge and Attitudes Toward Renewable Energy Sources, International Journal of Science Education, 18 (2009), 120-129.
- Liu, X., Ebenezer, J. ve Fraser, D. M., Structural Characteristics of University Engineering Students' Conceptions of Energy, Journal of Research in Science Teaching, 39, 5 (2002), 423-441.
- Mann, M. ve Treagust, F. D., Students' conceptions about energy and the human body, Science Education International, 21, 3 (2010), 144-159.
- Munn, P., Johnstone, M. ve Holigan, C., 'Pupils' perceptions of effective disciplinarians, British Educational Research Journal, 16, 2 (1990), 191-198.
- Marek, E.A., They Misunderstand, But They'll Pass, The Science Teacher, 53, 9 (1986), 32-35.
- MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Klavuzu (4- 5. Sınıflar), Ankara Devlet Kitapları Müdürlüğü, 2008.
- MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2008). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Klavuzu 6-7- 8. Sınıflar. [http://www.meb.ttkb.gov.tr/ogretmen/modules.php\\_name=download&d\\_op=viewdownload&cid=74](http://www.meb.ttkb.gov.tr/ogretmen/modules.php_name=download&d_op=viewdownload&cid=74) Erişim tarihi: 18. Ocak. 2009
- Ogborn, J., Energy, Change, Difference and Danger. School Science Review, 72, 259 (1990), 81-85.

- Osborne, R.J. ve Wittrock, M.C., Learning Science: A Generative Process. Science Education, 67,4 (1983), 489-508.
- Osborne, R.J. ve Freyberg, P., Learning in Science: The Implications of Children's Science. Hong Kong: Heinemann, 1985.
- Özmen, H., Dumanoğlu, F. ve Ayas, A., Ortaöğretimde Enerji Kavramının Öğretimi ve Enerji Eğitimi. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Eylül 2000, Ankara.
- Özmen, H., Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme, The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3, 1 (2004), 59-70.
- Özmen, H. ve Karamustafaoğlu, O., Lise II. Sınıf Fizik-Kimya Sınav Sorularının ve Öğrencilerin Enerji Konusundaki Başarılarının Bilişsel Gelişim Seviyelerine Göre Analizi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 14, 1 (2006), 91-100.
- Özmutlu, E., En Az Eylem İlkesi. [http://www20.uludağ.edu.tr/kaygi/dergi/articles/8\\_173-179.pdf](http://www20.uludağ.edu.tr/kaygi/dergi/articles/8_173-179.pdf) 26 Kasım 2010.
- Palmer, D., Exploring The Link Between Student' Scientific and Nonscientific Conceptions. Science Education, 83 (1999), 639-653.
- Palmer, D., Students' Alternative Conceptions and Scientifically Acceptable Conceptions About Gravity. International Journal of Science Education, 23, 7 (2001), 691-706.
- Sağdıç, D., Bulut, Ö., Korkmaz, S., Börü, S., Öztürk, E. ve Cavak, Ş., Ortaöğretim 10. Sınıf Biyoloji. (2. Baskı), Ankara: MEB. Yayınları, 2007.
- Sarı, İ., Büyüktaş, K. ve Yılmaz, Ş., Teknolojinin Bilimsel İlkeleri, Seçkin Yayıncılık Matbaacılık, 2007.
- Sauve, L., "Environmental Education and Sustainable Development: Further Appraisal", Canadian Journal of Environmental Education, 1, 1 (1996), 56-89.
- Schulte, P. L., Pre Service Primary Teacher Alternative Conceptions in Science and Attitudes Toward Teaching Science, Unpublished Doctoral Dissertation, New Orleans University, New Orleans, 2001.
- Solbes, J. ve Tarrn, F., Conversation of Energy, Physics Education, 16, 3 (1998), 387-397.
- Solomon, J., How Children Learn About Energy or Does The First Law Come First?, School Science Review, 63 (1982), 415-422.
- Solomon, J., Alternative views of energy. Physics Education. 19 (1984), 56.

- Solomon, J., Teaching The Conservation of Energy, Physics Education , 20 (1985), 165-171.
- Steady, B., "Energy Learning in Science Project," Working Paper ,17 (1980), 55-65.
- Tamir, P., An Alternative Approach to the Construction of Multiple Choice Test Items, Journal of Biology Education, 5 (1971), 223-235.
- Tanrıverdi, B., Analyzing Primary School Curriculum in Term of Sustainable Environmental Education, Education and Science, 34 (2009), 51.
- Tekkaya, C. ve Balcı, S., Öğrencilerin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Saptanması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24 (2003), 101-107.
- Treagust, D.F, Development and Use of Diagnostic Test to Evaluate Students' Misconceptions in Science, International Journal of Science Education, 10, 2 (1988), 159-169.
- Toolin, R. ve Watson, A., Conducting Sustainable Energy Projects in Secondary Science Classrooms, Science Activities, 47 (2010), 47-53.
- Trefil, J. ve Hazen, R.M. (2004). Physics Matters: an Introduction to Conceptual Physics. Wiley, New York.
- Trumper, R., Being Constructive: An Alternative Approach to the Teaching Of the Energy Concept, International Journal of the Energy Education, 12 (1991), 1-10.
- Trumper, R., Teaching About Energy Through a Spiral Curriculum: Guiding Principles, Journal of Curriculum and Supervision, 12,1 (1996), 66-75.
- Turgut, H., Fen Bilgisi Öğretiminde Yapılandırmacı Öğretim Yaklaşımı ile Modellenmiş Etkinliklerin Öğrencide Kavramsal Gelişimine ve Başarısına Etkisi, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2001.
- Uğurlu, Ö., Türkiye' de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2006.
- URL-1, <http://bilimselkonular.com/index.php/ueye-bloglardan/Enerji-KavramA-html>. 16 Aralık 2010.
- URL-2, <http://www.edubilim.com/forum/enerji-cesitleri-ve-enerji-donusimleri-enerji-donusimleri-nedir-hakkinda-bilgi-t17519.0.html>. 18 Aralık 2010.
- URL-3, <http://www.fatih.ktu.edu.tr/bolumler/ofma/biyoloji/ana.php#>. 15 Mayıs 2011.
- URL-4, <http://www.fenogretmeniyiz.biz/indir.asp?id=2842>. 15 Mayıs 2011.

URL-7, <http://www.okuldersleri.com/2010-2011-9-sinif-biyoloji-yillik-plani.htm> 15 Mayıs 2011.

URL-8, [www.forumuz.net/125415-2010-2011-fizik-9sinif-yillik-plani-indir.html](http://www.forumuz.net/125415-2010-2011-fizik-9sinif-yillik-plani-indir.html) 15 Mayıs 2011.

Yalçın, C., Temel Fizik, Enerji Matbaacılık Sanayi, 1985.

Yılmaz, Ö., Tekkaya, C., Geban, Ö. ve Özden, Y., Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Hücre Bölünmesi Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Tespiti ve Giderilmesi. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 1999, MEB, ÖYGM.

Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. ve Çökelez, A., İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Enerji ve Enerji ile ilgili Kavramları Algılamaları, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 3,2 (2009), 52-73.

Yin, R. K., Case Study Research Design and Methods, Second Edition, Sage Publications, California, 1994.

Watt, D.,M., Some Alternative View of Energy. Physics Education, 18 (1983) 213-217.

West, R. W., The Teaching of The history of Science and Tecnology, Education in Science 93 (1981), 18-20.

# **EKLER**

## Ek 1. Araştırmada Kullanılan Test

Değerli Öğrenciler;

Bir araştırma çalışmasında kullanılmak üzere enerji ve enerji ile ilgili kavramları içeren bir test ekte sunulmuştur. Bu test hiçbir şekilde sizin başarınızı değerlendirmek amacı ile kullanılmayacaktır. Bu teste vereceğiniz cevaplar araştırmacı tarafından saklı tutulacaktır. Çalışmanın sağlıklı sonuç vermesi, sizin vereceğiniz cevaplara bağlı olduğundan dolayı, mümkün olduğu ölçüde, hiçbir soruyu boş bırakmayacak şekilde samimi olarak testi cevaplandırmanızı rica ediyorum. Testi cevapladığınız için teşekkür ederim.

Ufuk TÖMAN

Okul Adı: Sınıf: Yaş: Cinsiyet:

### SORULAR

1) Enerji nedir?

2) Doğadaki her şeyin enerjisi var mıdır? Nedenini açıklayınız.

3) Enerjinin varlığını nasıl anlarsınız?

4) "Aşağıdaki maddelerin enerjisi var mıdır? Varsa ne tür enerjiye sahip olduklarını boşluklara yazınız.

- a) Bir bardak su.....
- b) Ses.....
- c) Pil.....
- d) Çalan saat.....

5) Bir fasulye bitkisi yaşamını devam ettirebilmesi için enerjiye ihtiyaç duyar. Fasulye bitkisi kullandığı bu enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar? (Bu soruyla ilgili doğru cevap veya cevaplarınızı yuvarlak içine alarak, enerjiyi nasıl sağladıklarını kısaca açıklayınız).

- Hava .....
- Su.....
- Toprak.....
- Güneş.....
- Gübreler.....
- Böcekler ve Solucanlar.....
- Rüzgâr.....

6) Bir insan yaşamını devam ettirebilmesi için enerjiye ihtiyaç duyar. İnsan kullandığı bu enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar? (Bu soruyla ilgili cevap veya cevaplarınızı yuvarlak içine alarak, enerjiyi nasıl sağladıklarını kısaca açıklayınız).

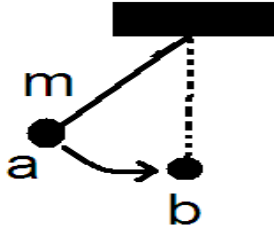
- Hava.....
- Su .....
- Besin .....
- Güneş.....
- Egzersiz.....
- Ortam ısısı.....
- Uyku.....

Ek 1' in devamı

7)Aşağıdakilerin hangisinden ya da hangilerinden enerji alırız?( Bu soruyla ilgili cevap veya cevaplarınızı yuvarlak içine alarak, enerjiyi nasıl sağladıklarını kısaca açıklayınız).

- Et.....
- Kalsiyum.....
- Elma.....
- Oksijen.....
- Yoğurt.....
- Patates.....

8)



Yukarıdaki şekilde bir ipin ucuna bağlanan  $m$  kütleli cisim a konumundan b konumuna hareket etmektedir. Sürtünme ve hava direnci ihmal edilirse, cismin b noktasındaki toplam ( mekanik) enerjisi a noktasına göre nasıl değişir? Verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

9)" Doğada yalnızca hareket eden cisimlerde enerji mevcuttur ve bu cisimlerin hareketi sonunda mevcut enerji yok olur"ifadesi doğru mudur? Verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

10)Sizce enerji nasıl ve ne şekilde depolanabilir?

11)Kimyasal enerji nerede depolanır? Nedenini cevabın karşısındaki boşluğa yazınız.

- Proton.....
- Çekirdek.....

Ek 1' in devamı

- Atomlar arası kimyasal bağlarda.....
- Elektronlarda.....

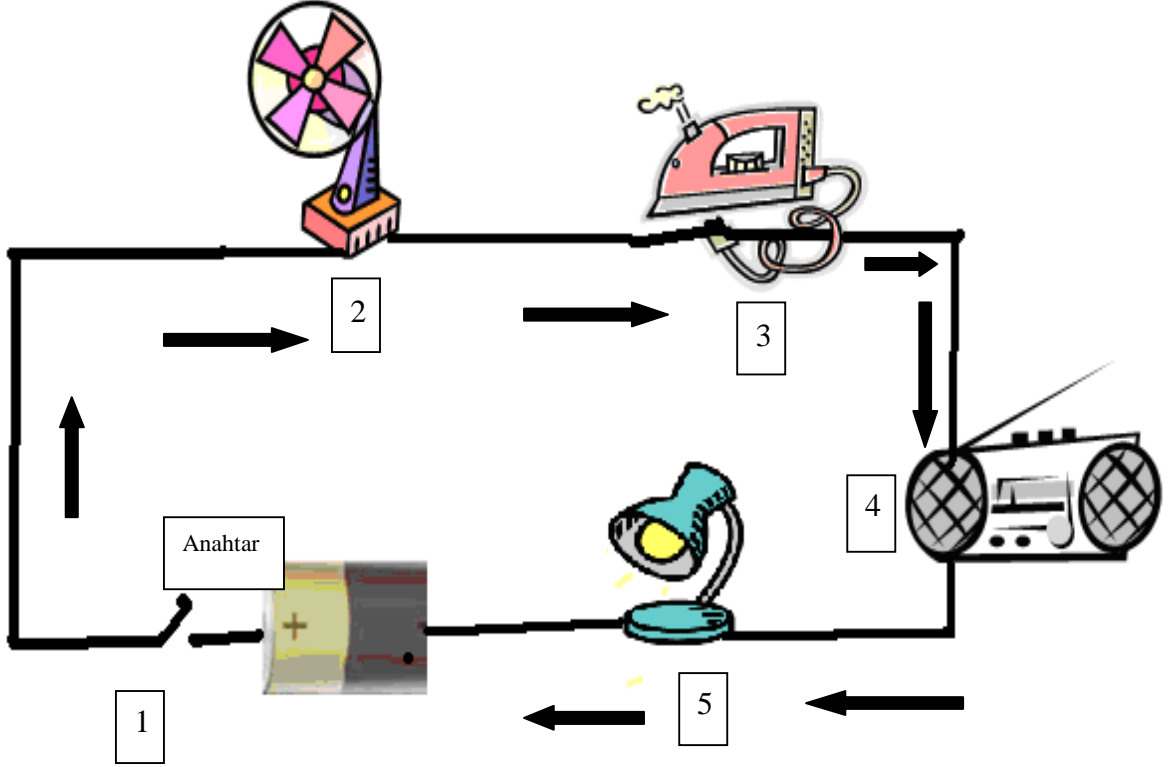
12)" Eşit kütlede kömür ve elmanın enerjileri eşit olabilir mi? Cevabınızın nedenini açıklayınız

13) "Ellerinizi birbirine hızlıca bir süre sürtün. Bir süre sonra bırakın. Bu arada elinizde ne gibi değişiklik hissettiniz? Bunun nedeni nedir?

14) Bisikletlerde yer alan dinamo tekere sürtünerek döner ve bisiklette bulunan ufak bir ampülü yakar. Bu durumda meydana gelen enerji dönüşümünü nasıl açıklarsınız.



Aşağıdaki soruları (15a, 15b, 15c, 15d, 15e) resimde görülen, pil, vantilatör, ütü, radyo ve lambadan ve bir dirençten oluşan elektrik devresine göre cevaplayınız.



15a) Anahtar kapatıldığında 1 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

15b) Anahtar kapatıldığında 2 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

15c) Anahtar kapatıldığında 3 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

Ek 1' in devamı

15d) Anahtar kapatıldığında 4 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

15e) Anahtar kapatıldığında 5 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

KAVRAMSAL ANLAMA TESTİ  
ÖĞRENCİLERDEN BEKLENEN CEVAPLAR

Aşağıda her soru için öğrencilerin cevaplarında değinmesi gereken temel bilgiler verilmiştir. Öğrencilerin teste verdikleri cevaplar kategorize edilirken bu noktalar dikkate alınmıştır.

1) Enerji nedir?

*Öğrenci cevabını; iş yapabilme yeteneği, canlıların yaşaması ve güneşle bağlantısı ve atomlar arası bağların kırılması ve oluşması ile ilişkilendirir.*

2) Doğadaki her şeyin enerjisi var mıdır? Nedenini açıklayınız.

*Öğrenci cevabında, canlı cansız her şeyin enerjisi olduğunu belirtir. Canlı ve cansızlarda var olan enerji türlerinden bahseder.*

3) Enerjinin varlığını nasıl anlarsınız?

*Öğrenci cevabında, varlıklarla enerjii ilişkilendirir (enerji türlerinden bahseder).*

4) "Aşağıdaki maddelerin enerjisi var mıdır? Varsa ne tür enerjiye sahip olduklarını boşluklara yazınız.

- a) Bir bardak su : *Potansiyel enerjiyi belirtir.*
- b) Ses : *Ses enerjisini belirtir.*
- c) Pil : *Kimyasal enerjiyi belirtir.*
- d) Çalan saat : *Ses ve kinetik enerjiyi belirtir.*

5) Bir fasulye bitkisi yaşamını devam ettirebilmesi için enerjiye ihtiyaç duyar. Fasulye bitkisi kullandığı bu enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar? ( Bu soruyla ilgili doğru cevap veya cevaplarınızı yuvarlak içine alarak, enerjiyi nasıl sağladıklarını kısaca açıklayınız).

- Hava .....
- Su.....
- Toprak.....
- Güneş: Bitkilerde ışık enerjisi yardımıyla besin oluşumundan bahseder.**
- Gübreler.....
- Böcekler ve Solucanlar.....
- Rüzgâr.....

6) Bir insan yaşamını devam ettirebilmesi için enerjiye ihtiyaç duyar. İnsan kullandığı bu enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar? ( Bu soruyla ilgili cevap veya cevaplarınızı yuvarlak içine alarak, enerjiyi nasıl sağladıklarını kısaca açıklayınız).

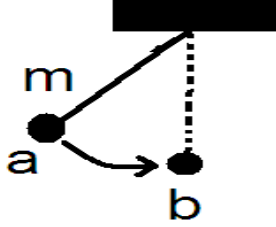
- Hava.....
- Su .....
- Besin: Besinlerin parçalanması sonucu enerji elde edilmesinden bahseder.**
- Güneş.....
- Egzersiz.....
- Ortam ısısı.....
- Uyku.....

7) Aşağıdakilerin hangisinden ya da hangilerinden enerji alınız? ( Bu soruyla ilgili cevap veya cevaplarınızı yuvarlak içine alarak, enerjiyi nasıl sağladıklarını kısaca açıklayınız).

- (Et) Yapısındaki proteinin solunumuyla parçalanması sonucu enerji elde edilmesinden bahseder.**
- Kalsiyum.....
- (Elma) Yapısındaki karbonhidratın solunumuyla parçalanması sonucu enerji elde edilmesinden bahseder.**
- Oksijen.....
- (Yoğurt) Yapısındaki proteinin solunumuyla parçalanması sonucu enerji elde edilmesinden bahseder.**
- (Patates) Yapısındaki karbonhidratın solunumuyla parçalanması sonucu enerji elde edilmesinden bahseder.**

Ek 1' in devamı

8)



Yukarıdaki şekilde bir ipin ucuna bağlanan  $m$  kütleli cisim a konumundan b konumuna hareket etmektedir. Sürtünme ve hava direnci ihmal edilirse, cismin b noktasındaki toplam ( mekanik) enerjisi a noktasına göre nasıl değişir? Verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

*Öğrenci cevabında, A noktasında kinetik enerji azalırken potansiyel enerjinin arttığını, B noktasında ise kinetik enerji artarken, potansiyel enerjinin azaldığını ve toplam enerjinin değişmediğini belirtir.*

9)“ Doğada yalnızca hareket eden cisimlerde enerji mevcuttur ve bu cisimlerin hareketi sonunda mevcut enerji yok olur” ifadesi doğru mudur? Verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

*Öğrenci cevabında, bu önermenin yanlış olduğunu, enerjinin dönüşebileceğini fakat yok olamayacağını belirtir.*

10)Sizce enerji nasıl ve ne şekilde depolanabilir?

*Öğrenci cevabında pil, batarya gibi günlük hayatta kullanılan nesnelere ve atomlar arası bağlardan bahseder.*

11)Kimyasal enerji nerede depolanır? Nedenini cevabın karşısındaki boşluğa yazınız.

- Proton.....
- Çekirdek.....
- Atomlar arası kimyasal bağlarda: öğrenci cevabında atomlar arası bağların kırılması ve oluşmasından bahseder.**
- Elektronlarda.....

12)“ Eşit kütlede kömür ve elmanın enerjileri eşit olabilir mi? Cevabımızın nedenini açıklayınız.

*- Öğrenci cevabında, iki maddenin kütlelerinin eşit olması durumunda enerjilerinin de eşit olacağından bahseder.*

*- Öğrenci cevabında, iki maddenin parçalanması veya yakılması sonucu elde edilen enerjilerin eşit olmayacağını belirtir.*

13) “Ellerinizi birbirine hızlıca bir süre sürtün. Bir süre sonra bırakın. Bu arada elinizde ne gibi değişiklik hissettiniz? Bunun nedeni nedir?

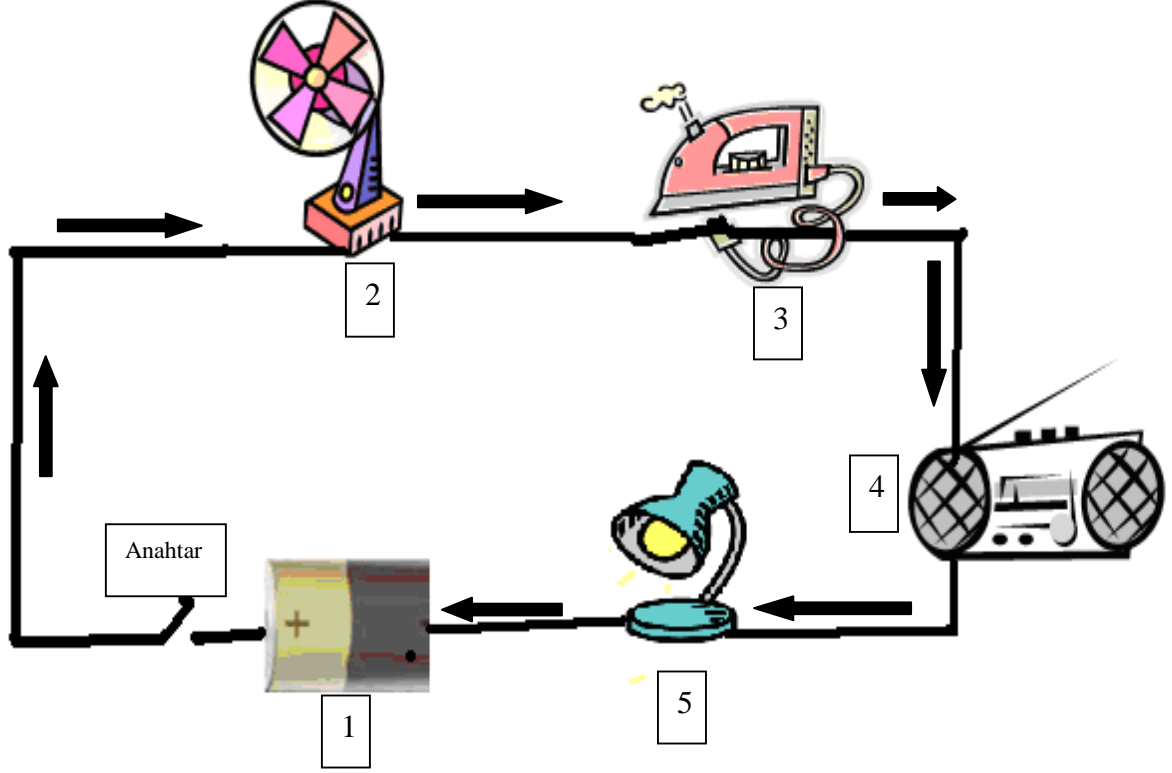
*Öğrenci cevabında, hareketten dolayı kinetik enerjinin sürtünme enerjisi ile ısı enerjisine dönüştüğünü belirtir.*

14) Bisikletlerde yer alan dinamo tekere sürtünerek döner ve bisiklette bulunan ufak bir ampülü yakar. Bu durumda meydana gelen enerji dönüşümünü nasıl açıklarsınız.

*Öğrenci cevabında, hareket enerjisinin sürtünme enerjisine, sürtünme enerjisinin elektrik enerjisine ve sonunda elektrik enerjisinin de ısı ve ışık enerjisine dönüştüğünü belirtir.*

## Ek 1' in devamı

Aşağıdaki soruları (15a, 15b, 15c, 15d, 15e) resimde görülen, pil, vantilatör, ütü, radyo ve lambadan ve bir dirençten oluşan elektrik devresine göre cevaplayınız.



15a) Anahtar kapatıldığında 1 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

*Öğrenci cevabında, anahtar kapatıldığında pilden gelen akımla kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüşümünden bahseder.*

15b) Anahtar kapatıldığında 2 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

*Öğrenci cevabında, pilden gelen akımla elektrik enerjisinin hareket ve rüzgar enerjisine dönüşümünden bahseder.*

15c) Anahtar kapatıldığında 3 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

*Öğrenci cevabında, pilden gelen akımla elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşümünden bahseder.*

15d) Anahtar kapatıldığında 4 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

*Öğrenci cevabında, pilden gelen akımla elektrik enerjisinin ses enerjisine dönüşümünden bahseder.*

15e) Anahtar kapatıldığında 5 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

*Pilden gelen akımla elektrik enerjisinin ışık ve ısı enerjisine dönüşümünden bahseder.*

## Ek 2. Pilot Çalışmada Kullanılan Test

## SORULAR

1) Enerji nedir?

2) Doğadaki her şeyin enerjisi var mıdır? Nedenini açıklayınız.

3) Enerjinin varlığını nasıl anlarsınız?

4) “Aşağıdaki maddelerin enerjisi var mıdır? Varsa ne tür enerjiye sahip olduklarını boşluklara yazınız.

- a) Bir bardak su.....  
 b) Ses.....  
 c) Pil.....  
 d) Çalan saat.....

5) Bir fasulye bitkisi yaşamını devam ettirebilmesi için enerjiye ihtiyaç duyar. Fasulye bitkisi kullandığı bu enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar? (Bu soruyla ilgili doğru cevap veya cevaplarınızı yuvarlak içine alarak, enerjiyi nasıl sağladıklarını kısaca açıklayınız).

- Hava .....
- Su.....
- Toprak.....
- Güneş.....
- Gübreler.....
- Böcekler ve Solucanlar.....
- Rüzgâr.....

6) Bir insan yaşamını devam ettirebilmesi için enerjiye ihtiyaç duyar. İnsan kullandığı bu enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar? (Bu soruyla ilgili cevap veya cevaplarınızı yuvarlak içine alarak, enerjiyi nasıl sağladıklarını kısaca açıklayınız).

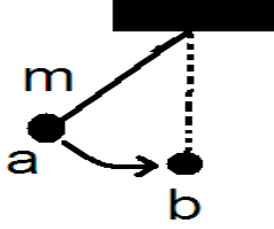
- Hava.....
- Su .....
- Besin .....
- Güneş.....
- Egzersiz.....
- Ortam ısısı.....
- Uyku.....

7) Aşağıdakilerin hangisinden ya da hangilerinden enerji alınız? (Bu soruyla ilgili cevap veya cevaplarınızı yuvarlak içine alarak, enerjiyi nasıl sağladıklarını kısaca açıklayınız).

- Et.....
- Kalsiyum.....
- Elma.....
- Oksijen.....
- Yoğurt.....
- Patates.....

Ek 1' in devamı

8)



Yukarıdaki şekilde bir ipin ucuna bağlanan  $m$  kütleli cisim a konumundan b konumuna hareket etmektedir. Sürtünme ve hava direnci ihmal edilirse, cismin b noktasındaki toplam ( mekanik) enerjisi a noktasına göre nasıl değişir? Verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

9)“ Doğada yalnızca hareket eden cisimlerde enerji mevcuttur ve bu cisimlerin hareketi sonunda mevcut enerji yok olur” ifadesi doğru mudur? Verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız

10)Sizce enerji nasıl ve ne şekilde depolanabilir?

11)Kimyasal enerji nerede depolanır? Nedenini cevabın karşısındaki boşluğa yazınız.

- Proton.....
- Çekirdek.....
- Atomlar arası kimyasal bağlarda.....
- Elektronlarda.....

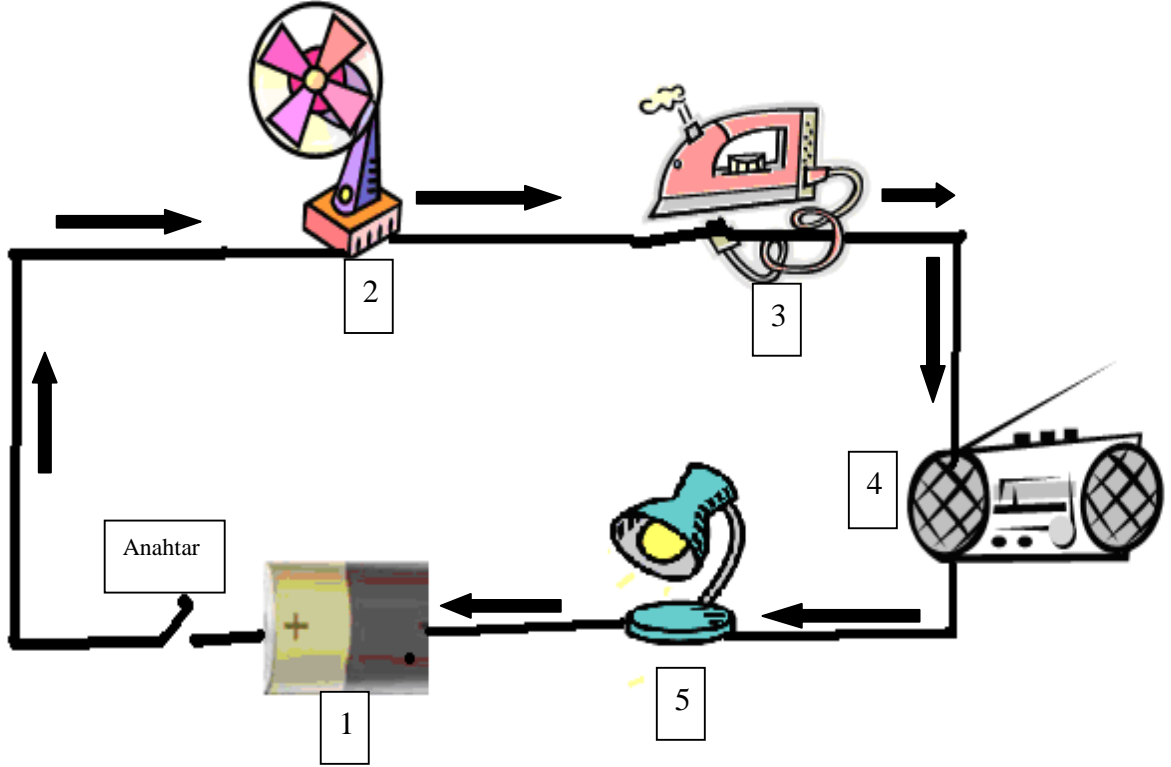
12)“ Eşit kütlede kömür ve elmanın enerjileri eşit olabilir mi? Cevabımızın nedenini açıklayınız

13) “Ellerinizi birbirine hızlıca bir süre sürtün. Bir süre sonra bırakın. Bu arada elinizde ne gibi değişiklik hissettiniz? Bunun nedeni nedir?

a)Bu olayı enerji dönüşümü ile açıklamaya çalışınız

Aşağıdaki soruları (14a, 14b, 14c, 14d, 14e) resimde görülen, pil, vantilatör, ütü, radyo ve lambadan ve bir dirençten oluşan elektrik devresine göre cevaplayınız.

Ek 2' in devamı



14a) Anahtar kapatıldığında 1 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

14b) Anahtar kapatıldığında 2 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

14c) Anahtar kapatıldığında 3 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

14d) Anahtar kapatıldığında 4 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur ? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

14e) Anahtar kapatıldığında 5 numara ile gösterilen bölgede nasıl bir enerji dönüşümü olur? Verdiğiniz cevabın nedenini yazınız.

15) Bisikletlerde yer alan dinamo tekere sürtünerek döner ve bisiklette bulunan ufak bir ampülü yakar. Bu durumda meydana gelen enerji dönüşümünü nasıl açıklarsınız.

16) Silgi ile yazdıklarımızı sildiğimiz zaman silginin ısındığını fark ederiz. Bu durumda meydana gelen enerji dönüşümlerini nasıl açıklarsınız

**SORULAR HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİNİZİ BELİRTİNİZ.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### Ek 3. Araştırmada Kullanılan Mülakat Soruları

- 1) Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir? Açıklayınız.
- 2-a) Sizce canlı ve cansız maddelerin hepsinde enerji var mıdır?
- 2- b) Aşağıdaki maddelerin enerjileri var mıdır? Varsa ne tür enerjiye sahiptirler? Açıklayınız.
  - a) Duran bir otomobil
  - b) Bir masa üstünde duran kitap
  - c) Uçan bir kuş
  - d) Güneş
  - e) Ağaç
- 3) Bir insan yaşamına devam edebilmesi için gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?
- 4) Çevrenizde yer alan enerji kaynakları nelerdir? Açıklayınız
- 5) Yenilenebilir veya Sürdürülebilir enerji kaynakları nelerdir? Açıklayınız.(ilköğretim öğrencileri “yenilenebilir” ya da “sürdürülebilir” kavramlarını anlayabilecekler mi? Gerekirse mülakat sırasında onlara bu kelimeler açıklanabilir.)
- 6-a) Harcanan enerji sizce yok olur mu?
- 6-b) Başka bir forma dönüşme ihtimali var mıdır? Başka bir forma dönüşüyorsa buna bir örnek verebilir misiniz?
- 7) Enerji sizce nerede veya nerelerde depolanabilir?
- 8-a) İnsan enerji depolayabilir mi?
- 8-b) Depolarsa nasıl ve ne şekilde depolar?
- 9) Bir baraj düşünelim, Barajdaki depolanmış suyun serbest bırakılmasıyla hareket eden suyun elektrik üreten jeneratörlerin dönmesini sağlayarak elektrik üretilmesi esnasında hangi enerji dönüşümleri olmaktadır?
- 10) Kömürün yanması esnasında nasıl bir enerji dönüşümü gerçekleşmektedir?

#### Ek 4. Pilot Çalışmada Kullanılan Mülakat Soruları

- 1) Enerji kelimesini ilk duyduğunuzda aklınıza ne gelmektedir? Açıklayınız.
- 2) Sizce canlı ve cansız maddelerin hepsinde enerji var mıdır?
- 3) Aşağıdaki maddelerin enerjileri var mıdır? Varsa ne tür enerjiye sahiptirler? Açıklayınız.
  - a) Duran bir otomobil
  - b) Bir masa üstünde duran kitap
  - c) Uçan bir kuş
  - d) Güneş
- 4) Bir insan yaşamına devam edebilmesi için gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?
- 5) Bir ağaçta enerji var mıdır?
- 5-a) Eğer varsa bu ağaç gerekli olan enerjiyi nereden veya nerelerden sağlar?
- 6) Çevrenizde yer alan enerji kaynakları nelerdir? Açıklayınız
- 7) Yenilenebilir veya Sürdürülebilir enerji kaynakları nelerdir? Açıklayınız.
- 8) Harcanan enerji sizce yok olur mu? yoksa başka bir formamı dönüşür?
- 8-a) Başka bir forma dönüşüyorsa buna bir örnek verebilir misiniz?
- 9) Enerji sizce nerede veya nerelerde depolanabilir?
- 10) İnsan enerji depolayabilir mi?
- 10-a) Depolarsa nasıl ve ne şekilde depolar?
- 11) Bir baraj düşünelim, Barajdaki depolanmış suyun serbest bırakılmasıyla hareket eden suyun elektrik üreten jeneratörlerin dönmesini sağlayarak elektrik üretilmesi esnasında hangi enerji dönüşümleri olmaktadır?
- 12) Kömürün yanması esnasında nasıl bir enerji dönüşümü gerçekleşmektedir?

## ÖZGEÇMİŞ

TÖMAN; 01.03.1985 tarihinde Trabzon' un Çaykara ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Ankara Ticaret Odası İlkokulunda, Orta öğrenimini Ankara Osman Hamdi Bey Ortaokulunda ve lise öğrenimini Ankara Kalaba Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesinde tamamladı. 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Programına girdi. 2009 yılı haziran döneminde bu programdan mezun oldu. Eylül 2009' da Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsüne bağlı Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalında Biyoloji Eğitimi üzerine yüksek lisans programını kazandı. TÖMAN'ın yabancı dili İngilizce' dir.