

149897

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

ORTA VE YÜKSEKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN İTME-
MOMENTUM KONUSUNU KAVRAMA DÜZEYLERİ VE
ÖĞRENMELERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşe Gül ÇIRKINOĞLU

149897

Balıkesir, Temmuz-2004

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**ORTA VE YÜKSEKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN İTME-
MOMENTUM KONUSUNU KAVRAMA DÜZEYLERİ VE
ÖĞRENMELERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşe Gül ÇİRKİNOĞLU

**Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
Tarafından desteklenmiştir.**

Balıkesir, Temmuz-2004

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

ORTA VE YÜKSEKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN
İTME-MOMENTUM KONUSUNU KAVRAMA DÜZEYLERİ
VE ÖĞRENMELEERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşe Gül ÇİRKİNOĞLU

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. M. Sabri KOCAKÜLAH

Sınav Tarihi: 04.08.2004

Jüri Üyeleri : Yrd. Doç.Dr. M.Sabri KOCAKÜLAH (Danışman-BAÜ)

Yrd. Doç.Dr. Neşet DEMİRCİ

(BAÜ) 

Yrd. Doç. Dr. Bilal YILDIRIM

(BAÜ) 

Balıkesir, Temmuz-2004

ÖZET

ORTA VE YÜKSEKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN İTME- MOMENTUM KONUSUNU KAVRAMA DÜZEYLERİ VE ÖĞRENMELERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

Ayşe Gül ÇIRKİNOĞLU

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Fizik Eğitimi Anabilim Dalı

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı: Yrd. Doç.Dr. M.Sabri KOCAKÜLAH)

Balıkesir, 2004

Bu çalışmada Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında okuyan toplam 89 birinci ve ikinci öğretim öğrencisi ile Balıkesir il merkezinde yer alan 5 orta öğretim kurumundaki rasgele seçilmiş sınıflarda öğrenim görmekte olan 124 orta öğretim 2. sınıf öğrencisinin İtme ve Momentum konusunu kavrama düzeyleri araştırılmıştır. Öğrencilerin öğrenmelerinde meydana gelen değişimlerin konuya ilişkin kavram yanlışları da göz önünde bulundurularak belirlenmesi amaçlanmıştır.

Veri toplama aşamasında İtme ve Momentum konusu ile ilgili kavram ve yasaları irdeleyen sorulardan oluşan bir kavram testi kullanılmış ve bu test yüksek öğretim öğrencilerine konunun öğretiminden önce ve sonra ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca orta öğretim öğrencilerine de seviyeleri göz önünde bulundurularak hazırlanmış başka bir kavram testi konu bitiminde son test olarak uygulanmıştır.

Kullanılan kavram testleri, öğrencilerin momentumun kütle ve hız kavramlarıyla ilişkisini, itmeyi, momentumun vektörel doğasını ve momentumun korunumu prensibini bilip bilmediklerini ölçen açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. İkinci veri toplama aracı olarak görüşme yöntemi kullanılmış ve kavram testlerinden elde edilen bulguları desteklemek amacıyla 15 yüksek öğretim öğrencisi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Verilerin analizi sonucunda konunun öğretiminden önce mevcut olan yanlışların konunun öğretiminden sonra da devam ettiği tespit edilmiştir. Her ne kadar soruların ilk kısmına verilen doğru yanıtların oranı son testlerde artsa da öğrencilerin bu başarıyı soruların kavramsal açıklama gerektiren kısımlarında sürdürmedikleri ve yanıtların daha büyük oranda bilimsel olarak kabul edilemez olduğu saptanmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Kavram yanlışları, Kavrama düzeyi, İtme ve Momentum

ABSTRACT

SECONDARY AND UNIVERSITY STUDENTS' LEVEL OF UNDERSTANDING AND DEVELOPMENT OF LEARNING ON THE TOPIC OF MOMENTUM

Ayşe Gül ÇİRKİNOĞLU

Balıkesir University, Institute of Science, Department of Physics Education

(MSc Thesis/ Supervisor: Asst. Prof. Dr. M. Sabri KOCAKÜLAH)

Balıkesir-Turkey, 2004

In this study, the level of understanding of 89 university students attending Balıkesir University Necatibey Education Faculty Primary Science Education Programme in morning and evening classes and randomly selected 124 secondary school students who were from five different secondary schools in Balıkesir on Impulse and Momentum topic has been examined. It has also been aimed to identify the development of learning considering students' misconceptions related to the topic chosen.

During the data collection period, pre and post tests involving questions on Impulse and Momentum were administered to the university students before and after teaching. In addition, another question package was administered to secondary school students after teaching of the topic as post test.

Question packages contains open-ended questions which probe conceptual understanding of students on momentum including relationship between mass and velocity concepts, impulse, vector nature and conservation of momentum. Semi-structured interviews with 15 university students have been chosen as the second data collection source which are thought to support findings obtained from the question packages.

Analysis of data shows that the misconceptions identified before teaching continued to be valuable for the students after teaching of the topic. Although the percentage of the correct answers given to the first part of the questions increased from pre to post tests, it was clear that this was not the real indication of the development of learning since the majority of the answers given to the open ended sections, which require explanations for the concepts related to each question, were scientifically unacceptable.

KEY WORDS: Misconceptions, Level of Understanding, Impulse and Momentum.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER	iii
ABSTRACT, KEY WORD	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Kavram ve Özellikleri	2
1.2 Kavram Yanılgıları	4
1.3 Kavram Yanılgılarının Kaynakları	5
1.4 Kavram Yanılgılarını Belirlemek	6
1.5 Araştırmanın Amacı	8
1.6 Araştırmanın Önemi	8
1.7 Araştırma Soruları	9
1.8 Araştırmanın Sayıltıları	9
1.9 Araştırmanın Sınırlılıkları	10
1.10 Literatür Taraması	10
2. YÖNTEM	15
2.1 Evren ve Örneklem	15
2.2 Araştırma Modeli	15
2.3 Verilerin Toplanması	15
2.3.1 Kavramsal Anlama Testi	16
2.3.2 Yarı Yapılandırılmış Görüşme	17
2.4 Verilerin Analizi	18
2.4.1 Kavramsal Anlama Testi ile İlgili Güvenilirlik Çalışması	20
3. BULGULAR VE YORUM	21
3.1 Momentumun Kütle ve Hız Kavramlarıyla İlişkisi ve Momentum	

Değişiminin İtmeye Nasıl Bağlı Olduğu ile İlgili Sorunun Analizi	21
3.2 Momentumun Korunumu ile ilgili Soruların Analizi	36
3.3 Momentumun Vektörel Doğası ile İlgili Sorunun Analizi	55
3.4 İtme Kavramı ile İlgili Soruların Analizi	62
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
4.1 Araştırmacının Deneyimleri ve Bundan Sonraki Çalışmalar için Öneriler	81
EKLER:	
EK 1 Yüksek Öğretim Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testi Soruları	83
EK 2 Orta Öğretim Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testi	84
EK 3 Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerde Kullanılan Sorular	85
KAYNAKÇA	86

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1.1		Yüksek Öğretim Öğrencilerinin Birinci Sorunun İlk Kısımına Ön Test ve Son Testte Verdikleri Yanıtların Grafik Gösterimi	23
Şekil 3.1.2		Orta Öğretim Öğrencilerinin Birinci Sorunun İlk Kısımına Kavramsal Anlama Testinde Verdikleri Yanıtların Grafik Gösterimi	24
Şekil 3.2.1		Momentumun Korunumu ile İlgili Yüksek Öğretim Öğrencilerine Yöneltilen Sorunun İlk Kısımına Verilen Yanıtların Grafik Gösterimi	38
Şekil 3.2.2		Momentumun Korunumu ile İlgili Orta Öğretim Öğrencilerine Yöneltilen Sorunun İlk Kısımına Verilen Yanıtların Grafik Gösterimi	50
Şekil 3.3.1		Momentumun Vektörel Doğası İle İlgili Sorunun Çoktan Seçmeli Kısımına Yüksek Öğretim Öğrencilerinin Verdikleri Yanıtların Grafik Gösterimi	57
Şekil 3.3.2		Momentumun Vektörel Doğası İle İlgili Sorunun Çoktan Seçmeli Kısımına Orta Öğretim Öğrencilerinin Verdikleri Yanıtların Grafik Gösterimi	61
Şekil 3.4.1		İtme ile İlgili Yüksek Öğretim öğrencilerine Yöneltilen Sorunun İlk Kısımına Öğrencilerin Verdikleri Yanıtların Grafik Gösterimi	63

TABLO LİSTESİ

Tablo		
<u>Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.4.1	Kodlamada Yer Alan Yanıtların Kategorileri	19
Tablo 2.4.2	Geçerlilik Analiz Sonuçlarına Göre Kavramsal Anlama Testinde Kullanılan Soruların Uyum Yüzdesi	20
Tablo 3.1.1	Yüksek Öğretim Öğrencilerinin Birinci Sorunun İlk Kısımına Ön Test ve Son Testte Verdikleri Yanıtların Yüzdesi	22
Tablo 3.1.2	Orta Öğretim Öğrencilerinin Birinci Sorunun İlk Kısımına Kavramsal Anlama Testinde Verdikleri Yanıtların Yüzdesi	23
Tablo 3.1.3	Yüksek Öğretim Öğrencilerinin Birinci Sorunun İkinci Kısımına Ön Test ve Son Testte Verdikleri Yanıtların Analizi	25
Tablo 3.1.4	Orta Öğretim Öğrencilerinin Birinci Sorunun İkinci Kısımına Kavramsal Anlama Testinde Verdikleri Yanıtların Analizi	33
Tablo 3.2.1	Yüksek Öğretim Öğrencilerinin momentumun Korunumu ile İlgili Sorunun İlk Kısımına Ön Test ve Son Testte Verdikleri Yanıtların Yüzdesi	37
Tablo 3.2.2	Yüksek Öğretim Öğrencilerinin Momentumun Korunumu ile İlgili Sorunun İkinci Kısımına Ön Test ve Son Testte Verdikleri Yanıtların Analizi	38
Tablo 3.2.3	Orta Öğretim Öğrencilerinin Momentumun Korunumu ile İlgili Sorunun Sorunun İlk Kısımına Kavramsal Anlama Testinde Verdikleri Yanıtların Yüzdesi	50

Tablo 3.2.4	Orta Öğretim Öğrencilerinin Momentumun Korunumu ile İlgili Sorunun İkinci Kısımına Kavramsal Anlama Testinde Verdikleri Yanıtların Analizi	51
Tablo 3.3.1	Momentumun Vektörel Doğası ile İlgili Sorunun Çoktan Seçmeli Kısımına Yüksek Öğretim Öğrencilerinin Verdikleri Yanıtların Yüzdesi	56
Tablo 3.3.2	Momentumun Vektörel Doğası ile İlgili Sorunun Çoktan Seçmeli Kısımına Orta Öğretim Öğrencilerinin Verdikleri Yanıtların Yüzdesi	61
Tablo 3.4.1	İtme ile İlgili Yüksek Öğretim öğrencilerine Yöneltilen Sorunun İlk Kısımına Öğrencilerin Verdikleri Yanıtların Yüzdesi	63
Tablo 3.4.2	İtme ile İlgili Yüksek Öğretim öğrencilerine Yöneltilen Sorunun İkinci Kısımına Öğrencilerin Verdikleri Yanıtların Analizi	64
Tablo 3.4.3	İtme ile İlgili Orta Öğretim öğrencilerine Yöneltilen Soruya Öğrencilerin Verdikleri Yanıtların Analizi	70

ÖNSÖZ

İdeallerimi gerçekleştirme çabası yolunda ilk adım sayılabilecek olan bu çalışma bana –babamın tabiriyle- iyi işlerin çalışmak ve başarmak istediğini çok güzel ifade eden bir örnek oldu.

Çalışmanın başlangıcından bitimine kadar hatta kendisini tanıdığım ilk günden bu yana sanki hiçbirşey bilmiyormuşçasına çaresiz hissettiğim zamanlarda bilgisiyle aydınlatan, idealistliğiyle yüreklendiren çok değerli danışman hocam sayın Yrd. Doç Dr. M. Sabri KOCAKÜLAH' a çok teşekkür ediyorum.

Sanki ikinci danışmanımış gibi benimle ilgilenen, hep yol gösteren, hiç çekinmeden bilmediklerimi sorduğum dünyalar tatlısı Aysel KOCAKÜLAH hocama da çok teşekkür ediyorum.

Tezimin geçerlilik analizi kısmında bana yardım eden çok değerli hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER'e yardımlarından ve moral desteğinden ötürü çok teşekkür ediyorum.

Verilerin analizi kısmında öğrencilerle yaptığım görüşmeleri tek tek dinleyip yazıya dökerken bana yardımcı olan, ayrıca ilk okuldayken bana bir sürü harf öğrettiği için kaç kırk yıl kölesi olmam gerektiğini bilmediğim sevgili ilkokul öğretmenim, biricik babama ve hayatımın tüm aşamaları boyunca bana çalışma başarma azmini aşıl原因an canım arkadaşım, anneme çok teşekkür ediyorum.

Hayatımı renklendiren, her zaman desteklerini, yüreklerini, sevgilerini hissettiğim canım kardeşlerime çok teşekkür ediyorum.

Fizik Eğitimi denizinde bir damlacık dahi olsa eğitimcilerin işlerine yaraması dileğiyle...

Ayşe Gül Çirkinoğlu

1. GİRİŞ

Fen Bilimleri ile uğraşan pek çok bilim adamı öğrencilerin öğretim sırasında değiştirilmesi güç olan bilimsel anlamda yanlış ya da tam olarak doğru kabul edilemeyecek ön kavramlara (kavram yanlışları, alternatif fikirler) sahip olmaları sebebiyle Fizik konularını öğrenmede zorlandıklarını söylemektedirler.

[1, 2]

Bilindiği gibi bir konu aynı öğretim yöntemiyle pek çok öğrenciye öğretilmek istense bile öğrencilerin konuyu kavrama düzeyleri birbirinden farklı olacaktır. Bunun en önemli nedenlerinden biri öğrencilerin önceden sahip oldukları ön bilgilerdir. Her öğrencinin hazır bulunuşluk düzeylerinin farklı oluşu ve konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışları öğrenmelerinde meydana gelecek olan değişimi olumsuz yönde etkileyecektir. Bu nedenle önceden yanlış olarak bilinen bir kavramı düzeltmek yanlış inşa edilmiş bir binayı yıkıp tekrar inşa etmek gibi daha çok uğraş gerektiren bir durumdur.

Fen öğretimi üzerine yapılan araştırmalar çoğunlukla öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeye ve konunun öğretiminden sonra da bu yanlışların devam edip etmediğini tespit etmeye yöneliktir. Araştırma sonuçları genellikle var olan kavram yanlışlarının konunun öğretiminden sonra da devam ettiğini göstermektedir. [1,2] Bunun en büyük nedeni olarak genellikle öğrencinin sahip olduğu kavramsal yanlışların kolayca silinip atılamaması öğrencinin doğru kavramı öğrenmemek için direnmesi ve konuyu öğreten eğiticinin de bu öğrencinin kavram yanlışları olarak sınıfa getirdiği ön bilgilerin farkında olmamasıdır. Bu bağlamda hem öğreticilere hem de fen eğitimi üzerine çalışan bilim adamlarına çok iş düşmektedir. Fen eğitimcileri öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını ortaya çıkartıp yeni öğretim modelleri geliştirerek öğrenmenin kalitesini ve kalıcılığını artırmayı amaçlayan çalışmaları öğretmenlere sunarak öğrencilerin ne tür öğrenme güçlükleri ile karşılaştıklarından haberdar olmalarını sağlamalıdır.

Fizik biliminin hemen hemen her konusunda öğrencilerin öğrenme düzeylerini artırma amaçlı çalışmalara rastlanmaktadır.[2, 3] Bu çalışmaların çoğunluğu mekanik ve elektrik konularını kapsamaktadır. Mekanik öğrencilerin öğretim öncesinde sahip oldukları kavram yanlışlarının çok fazla olduğu ve anlaşılması güç konulardan olup öğrencilerce öğrenilmesi zor olmaktadır. Mekaniğin alt konularından biri olan itme ve momentum konusu da geleneksel yöntemde sadece matematiksel işlemlere dayanılarak öğretilmeye çalışılan, içinde geçen kavramların çok iyi vurgulanmadığı ve basit görünen ama karmaşık bir konudur. Bu nedenle momentum konusu ile ilgili olarak öğrencilerin öğrenmelerinde meydana gelen değişimleri, kavram yanlışlarını ve anlamakta güçlük çektikleri noktaları belirlemek, öğretimin kalitesini artırmak ve bu yanlışları gidermek bakımından eğitimcilerle ışık tutacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

1.1 Kavram ve Özellikleri

Bilgi karşılaştığımız problemleri çözerek yaşamımızı kolaylaştıran bir araçtır. Bilgilerin kazanılması anlama düzeyinde öğrenmeye işaret eder. Birey bilgileri tanımlar ve kavrar. Disiplin alanlarında seçilen bilgiler kavramlardan ve ilkelere oluşmaktadır. [4]

Yukarıdaki tanıma göre insanın karşılaştığı güçlükleri çözebilmesi için bilgi sahibi olması, bilgi sahibi olabilmesi içinde bilgiyi oluşturan kavram ve ilkeleri tam olarak bilmesi gerekmektedir. Peki kavram nedir?

Ülgen'e göre [4] dünyadaki bilgilerin gruplanarak daha kolay anlaşılmasını sağlayan ve problem çözmede kullanılan kavramlar; insan zihninde anlaşılan farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi formu/yapısıdır, bir değişkendir ve bir sözcükle ifade edilirler.

Kaptan'a göre [5] kavram, benzer özelliklere sahip olay, fikir ve objeler grubuna verilen ortak isme denir. Bir başka deyişle kavram; varlıklar, olaylar, insanlar ve düşünceler benzerliklerine göre gruplandırıldığında bu gruplara verilen ortak addır.

Kavramlar, bilgilerin yapı taşlarını, kavramlar arası ilişkiler de bilimsel doğruları oluşturur. İnsanlar çocukluktan başlayarak düşüncenin birimleri olan kavramları sınıflar, aralarındaki ilişkileri bulurlar. Böylece bilgilerine anlam kazandırır, yeniden düzenler hatta yeni kavramlar, yeni bilgiler yaratırlar. Zihindeki bu öğrenme ve yeniden yapılanma süreci her yaşta devam eder. [5]

Günlük yaşamda kazandığımız deneyimler sonucunda iki veya daha fazla varlık ortak özelliklerine göre bir arada gruplanıp diğer varlıklardan ayırt edilir. Bu grup zihnimize bir düşünce birimi olarak yer eder. Bu düşünce birimini ifade etmekte kullanılan sözcük bir kavramdır. Kavramlar somut eşya, olaylar veya varlıklar değil onları belirli gruplar altında topladığımızda ulaştığımız soyut düşünce birimleridir. Yani kavramlar gerçek dünyada değil düşüncelerimizde vardır. Gerçek dünyada kavramların ancak örnekleri bulunabilir. [5, 6]

Kaptan [5] kavramların soyut olduğunu söylemektedir. Ülgen' e [4] göre ise doğrudan gözlenen (somut) özellikler, obje ya da olayın fiziksel özellikleridir. Dolaylı gözlenen özellikler ise onun anlamlarıdır (soyut). Her kavramın soyut ve somut özellikleri vardır. Bunların bir kısmında somut özellikler bir kısmında daa soyut özellikler ağırlıklı olabilir.

Günümüzde kavram öğretiminin çok önemli olduğu kabul görür bir gerçek olmuş ve bunun nedenleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- Şimdiki öğretim yaklaşımları kalıcı öğrenmenin işlemsel değil, kavramsal olduğunu kabul etmektedir.
- Öğrencilerin öğrenmiş (kavramış) kabul edilebilmesi için bilgilerini yeni karşılaştığı duruma uyarlayabilmesi gerekmektedir.
- Öğrencilerin günlük yaşantılarından ve daha önceki deneyimlerinden kazandıkları bilgiler daha sonra öğrenecekleri bilgiler üzerinde oldukça fazla etki yapmaktadır. Özellikle yanlış kavramlar varsa yeni kavramların öğrenilmesi daha zordur.
- Her gün yeni bilgilerin keşfedilmesi o kadar hızlı olmaktadır ki bu insanın algı sınırını aşmaktadır. Bu nedenle kavramsal olarak temel kavramları öğrenmek daha önemli olmaktadır.

- Öğrencilerin kavram yanlışları düzeltilmeden bilimsel olarak kabul edilebilir seviyede kavramsal öğrenme gerçekleştirilemez.
- Piaget'in zihinsel gelişim yaklaşımına göre sınıftaki öğrencilerin öğrenme hızları birbirinden farklıdır. Bu nedenle öğretmenlerin kavram öğretimine önem vermesi ve her düzeye uygun öğretim planı yapması gerekmektedir.
- Kavram öğretimi basitten karmaşığa hiyerarşik bir sırada yapılmalıdır. [7,8]

Geleneksel yöntemlere göre kavram öğretimi aşağıdaki sırada yapılmaktadır;

- Kavram verilir
- Tanımı verilir
- Kavramın tanımlayıcı ve ayırt edici özellikleri verilir
- Kavrama dahil olan veya olmayan örnekler verilir.

Bu yöntem kavramın her zaman yeterince tam bir tanımı verilmediğinden öğrenmede yeterince etkili olmaz. [5] Öğrencinin kavramı en iyi anlatan örnekten hareket ederek genellemeye ulaşmasını sağlamak daha yeni bir yöntemdir. Tümüyle soyut düşüncelerin öğrenilmesi zor olduğu için de kavramların somutlaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla kavram öğretiminde kullanılmak üzere anlam çözümleme tabloları, kavram ağları, kavram haritaları gibi grafik materyaller geliştirilmiştir. [5]

1.2 Kavram Yanlışları

Öğrenme önceden var olan bilgilerle yeni bilgilerin bütünleştirilmesini gerektirir. Bazen bu eski bilgiler yeni bilgilerle başarılı bir şekilde bütünleşirken bazı zamanlarda bütünleşme istenen oranda gerçekleşmez, anlamamanın hatalı olmasına sebep olur ve yanlış anlamalar ortaya çıkabilir.

Yapılan araştırmalar öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri kavramları kendilerine göre yorumladıklarını ve fen kavramlarına bakış açılarının bilim otoritelerince kabul edilenden farklı olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin kavramları kendi kafalarına göre yorumlamalarına her araştırmacı başka bir tanım kullanmışlardır. Bu tanımlamalardan en popüler olanları, kavramsal çerçeve [9],

yanlış kavrama, alternatif kavram [10], çocuğun uydurduğu bilim [11] şeklinde sıralanabilir.

Öğrenciler yeni bilgilerle önceki bilgilerini birleştirirken ortaya çıkan yanlış anlamalar iki kaynaktan doğar;

a- Önceki yanlış anlamaların kalıntılarının yeni bilgi oluşumlarının bir parçası olmasından,

b- Yeni bilgilerin anlaşılmasındaki hatalardan.

Öğrencilerin öğrenme öncesi sahip oldukları inançları ya da yanlış anlamaları bilgilerin bir parçası olarak kolayca oluşmasına ya da kalmasına izin verebilir. Örneğin pek çok üniversite öğrencisi bilimsel doğrulardan aykırı bilgileri kabul etmeye isteklidirler ve kavram yanlışlarını yeni bilgiyi öğrenme çabalarının az oluşuna ya da profesörlerinin uzmanlık bilgisinin anlaşılmasının imkansız olduğuna dayandırmaktadırlar.

Öğrencilerin düşüncelerinin eski yönlerini değiştirmek ve bilimsel doğrulara ulaştırmak için zihinlerinde bir seri yapısal değişikliğe istekli hale getirilmesi gerekmektedir. Bu ise öğrencilerin ya var olan bilgilerinden mutsuz kılınması ya da onların yanlışlıklarının farkına vardırılması yoluyla gerçekleşebilecek bir durumdur. Bir öğrencinin öğrenmesindeki gelişim ancak eski bilginin yetersiz, yanlış ve kullanışsız olduğuna kanaat getirilip yeni bilgiyi kazanmak için güçlü bir güdü oluşturulması ile mümkün olabilir.[12]

1.3 Kavram Yanılgılarının Kaynakları

Daha önce de bahsedildiği gibi öğrencilerin ön bilgileri yeni kavram öğrenmelerinde etkilidir. Bu bilgileri araştırmak öğrencilerin öğretim materyallerinden neden yanlış anlam çıkardıklarını anlamak için önemlidir. Temel olarak öğrenciler yanlış bilgileri yeni bilgilerle karıştırabilirler ya da kişisel ön bilgileri yeni bilgilerin öğrenilmesinde zayıf ya da yanlış birer kaynak olabilir.

Öğrencilerin düşünceleri, temel bilgileri olduğu halde konuya yanlış yaklaştıkları zaman yanlış anlamalarını kolaylaştıracak şekilde değişir. Bu nedenle öğrencilerin önceki yanlış öğrenmelerinden kaynaklanan ve bilimsel doğrularla

öğrencilerin tezat oluşturan ya da yanlış olan bilgilerini teşhis etmek son derece önemlidir. Bazı yanlış anlamalar doğrudan öğrenmenin sonucu değildir. Öğrencilerin akademik gelişimlerini doğru anlamalardan yoksun bir şekilde oluşturmaları, yeni durumlarda bilgi transferlerinde ya da bilgi genellemelerinde hata yapmalarına neden olacaktır. Daha da kötüsü öğrencilerin konuya veya soruya ilişkin cevaplarının tam olarak anlayamamalarına ve yanlış düşüncelerini kullanmayı sürdürmeye devam etmeleriyle sonuçlanacaktır. [12]

1.4 Kavram Yanılgılarını Belirlemek

Öğrencilerin varsa kavram yanılgılarının neler olduğunun belirlenip bunların farkına varmalarını sağlamanın bir çok yöntemi vardır. Aşağıdaki üç yaklaşım öğretmen tarafından öğrencilerin yanlış anlamalarını belirlemede kullanılır;

- a- Öğrencilere problem hakkında sesli düşünmelerini söylemek,
- b- Konuları öğrencilere anlattırmak (öğrenciden diğer arkadaşlarına konuyu öğretmesini istemek),
- c- Öğrencilerin derste tuttıkları notları onlarla birlikte gözden geçirmek.

Öğrencilerin farkında oluşlarını artırmak için yöntem seçerken öğretmenin aklında tutması gereken nokta, kavrama ilişkin anlam farklılıklarının farklı yollardan ve farklı düzeyde ortaya çıktığı gerçeğidir. Tek bir yöntem bütün öğrenciler için kavram yanılgılarını ortaya çıkarmada aynı derecede etkili olmayabilir. Önemli bir diğer gerçek ise öğretmenlerin öğretim süresince sürekli olarak öğrencilerin yanlış anlamalarını belirlemeye yönelik çalışma içine girmeleridir.

Sesli düşünme yöntemi, öğrencilerin doğru olduğuna inandıkları şeyleri belirlemede ve fikirlerini birbirine nasıl bağladıklarını öğrenmede kullanılır. Sesli düşünme yöntemi, araştırmalarda problem çözümü sürecinin değerlendirilmesinde sıkça başvurulan bir yöntemdir. Sesli düşünme uygulamalarında öğrenci ana fikri düşünürken aklına gelen her şeyi söyler. Öğrenci bu uygulamalar sırasında aklından geçen her şeyi söylemesi konusunda öğretmen tarafından cesaretlendirilmelidir. Bu şekilde konuyla ilgili olduğu halde daha önce ifade etmedikleri bilgilerini ve konuyla ilgisi olmayan ya da yanlış olan bilgilerini de ortaya koyarlar. Böylece öğrencilerin ifade etmedikleri yanlış ya da eksik bilgileri belirlenebilir. [12]

İkinci yöntem öğrencilerin konuyu diğer arkadaşlarına anlatmaları şeklindedir. Öğretmenler genelde bu yöntemi sınıf sunumlarında, grup aktivitelerinde ya da sözlü sınavlarda “şu konuyu herkesin anlayacağı bir dilde anlat” şeklindeki ifade ile kullanırlar. Belli bir fikri başka birisine anlatabilmek için gerekli olan düşüncelerimizi organize etme süreci konuyu veya materyali anlamamızı ve anladığımızı daha sonra hatırlayabilmemizi ve anladıklarımızın doğruluğunu sınamamızı kapsayan iyi bir stratejidir. Eğer öğretim organizasyonu iyi yapılırsa bir konu hakkında sınıfta yapılan bir sunumda öğrencilerin çoğunlukla fikir çatışmaları yaşadıkları görülmektedir.

Öğrencilerin konuyu anlamalarını değerlendirirken kullanılan diğer bir kaynak ise derste tuttıkları notlardır. Notlardaki organizasyon veya notların organizasyondan yoksun oluşu öğrencilerin derste hangi fikirlerin ana fikir olduğu konusundaki düşünceleri hakkında bizi aydınlatabilir. Öğrenci notunun harfi harfine dersin bir kopyası olması ya da fikirlerin birbirine bağlı olmaması iki potansiyel yanlış anlama işaretidir

Sonuç olarak öğretim öncesi sahip olunan bir yanlış anlama öğrencilerin yeni bilgileri yorumlamaları ve organize etmeleri üzerinde etkili olabilir ve konuyu öğrenmelerini engelleyebilir. Dahası öğrenci zihninde oluşan kargaşanın ve yanlış anlamamanın farkında olmayabilir. Öğretmenin bu istenmeyen duruma karşı konunun öğretiminden önce öğrencilerin yanlış anlamalarını gidermeye yönelik konu hakkında sorular sorarak bilgilerin zihinlerde oturmasına yardımcı olması iyi bir yöntemdir. Bunun dışında öğretim sonrası öğrencilere daha önceki derslerle ilgili tanımlamalarını ve özetlerini okutmak bütün öğrencilerin yanlış anlamaları konusunda hem öğretmeni aydınlatır hem de öğrencilerin bilişsel yapılarındaki değişimi görmelerini sağlar. [12, 13]

1.5 İtme ve Momentum Konusu ile İlgili Olarak Yapılmış Çalışmalar

Bu bölümde çalışmada konu alanı olarak seçilen İtme ve Momentum konusunun öğretimi ve öğrenimi üzerine yapılan çalışmalar yer almaktadır.

Fen eğitiminde mekanik temelli çalışmaların çoğunluğu dinamik ve iş-enerji konularını kapsamaktadır. Momentum konusuna genellikle bu konuların araştırıldığı çalışmalarda değinilmiştir. Sadece itme ve momentum ile ilgili kavram yanılgılarını inceleyen çok sayıda araştırma bulunmamaktadır.

İtme ve momentum konusunda yapılan çalışmalardan bir tanesi **Lawson ve McDermott**' un 1987'de yayınlamış oldukları tek boyutta itme ve momentum denklemini araştıran taslak çalışmadır. Bu çalışmada öğrencilerin momentumu öğrenmelerindeki gelişimi ile ilgili kavramsal anlamalarını basamak basamak belirlemek amaçlanmıştır. [14]

Bu çalışma sonucunda Lawson ve McDermott, geleneksel olarak momentumun tek boyutta hareket olarak tanıtılmasının, vektör ve momentumun korunumu özelliklerinin çoğu zaman vurgulanmamasının, öğrencilerin temel yanlış anlamalarının güçlenmesine neden olduğunu düşünmektedirler. Bu araştırma; öğrencilerin itme ve iş kavramlarını anlamalarını, momentum ve kinetik enerji değişimi kavramlarının bu kavramlarla ilişkilerinin sonuçlarını sunmaktadır. Araştırmaya Washington Üniversitesindeki iki fizik sınıfından seçilen 28 öğrenci katılmıştır. Araştırmada veri toplama sürecinde momentum ve kinetik enerjideki değişimlere yönelik iki gösteri deneyi materyal olarak kullanılmıştır. İki grup üzerinde görüşme metodunun kullanılmış olduğu bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; çalışmaya katılan pek çok öğrencinin uygun ders materyallerini kapsayan sorulara cevap verme yeteneğinin olduğunu, ancak itme momentum, iş ve enerji kavramları ile ilgili karmaşık problemleri uygulamaya koyma açısından zorluk çektikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin pek çoğunun tek boyutta harekette sabit bir kuvvet altındaki objelere iş-enerji teoremlerini ve itme-momentum teoremlerini doğru bir şekilde uygulamada önemli zorluklar çektikleri tespit

edilmiştir. Sonuç olarak pek çok öğrencinin sınıfta öğrendikleri cebirsel form ile gözlemledikleri basit hareket arasında bağlantı kuramadıkları ortaya konmuştur.

[14]

Bir diğer çalışma sadece momentum konusunun incelendiği **Graham ve Berry**'nin (1996) “Öğrencilerin Momentum konusunu anlamalarını geliştirme amaçlı hiyerarşik bir model” isimli çalışmalarıdır. Bu çalışmada momentumun kütle ve hızla ilişkisi, momentumun vektörel doğası, tek boyutta ve iki boyutta itme, tek boyutta ve iki boyutta momentumun korunumu ilkeleri ile ilgili 20 sorudan oluşan bir kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Bu araştırmaya 17-18 yaşlarında 549 öğrenci katılmıştır. Verilerin analizi sonucunda öğrenciler kavramsal anlama düzeylerine göre dört farklı seviyeye ayrılmışlardır. Verilerin analizi sonucu örneklemin % 6 lık dilimini oluşturan 0 seviyesindeki öğrencilerin momentum konusunu anlamalarının gerçekleşmediği veya çok zayıf olduğu belirlenmiştir. Örneklemin % 42'lik kısmını oluşturan 1. seviyedeki öğrencilerin, kütle ve hız faktörünün önemini farkında oldukları, momentum ile ilgili temel özellikleri bildikleri ancak momentumun korunumu ve itme momentum ilişkisini tam olarak özümseyemediklerini tespit edilmiştir. % 38' lik dilimi oluşturan 2. seviye öğrencilerinin özellikleri ise momentumun vektörel bir nicelik olduğunu bilmeleri ve momentumun korunumu ilkesini, itme-momentum denklemini tek boyutta kullanabilmeleridir. 3. seviyedeki öğrenciler ise % 14' lük dilimi oluşturmakta olup itme ve momentum ile ilgili tüm fikirleri tek boyutta ve iki boyutta işlem yapabilecek düzeyde bilmektedirler. [15]

Bu araştırmanın sonuçlarına göre; öğrencilerin çoğu momentumun vektörel olduğu fikrine sahip olsalar da hemen hemen yarısı momentumu vektörel bir nicelik olarak tanımamaktadır. Sonuç olarak Graham ve Berry, momentum konusunun işlenmesinde hesaplamadan çok geometrinin tercih edilmesinin gerektiğini bu durumda öğrencilerin momentumun vektörel özelliğini kavramalarının daha kolay olacağını ve iki boyutta itme ve momentum konusunun bu şekilde daha iyi öğrenileceğini vurgulamışlardır. [15]

McClelland 1985'te yayınlanan “Mekanikteki kavram yanılgıları ve önlenmesi” isimli çalışmasında momentum kavramı ile ilgili kavram yanılgılarından

bahsetmiştir. Bu çalışmada momentum değişiminin, Newton yasaları ile ilişkisi vurgulanmış ayrıca iş kavramı ile ilgili öğrenci görüşlerine de yer verilmiştir. [16]

Ivowi, “Nijerya orta okul öğrencilerinin fizikteki kavram yanılgıları” isimli 1984 tarihli makalesinde hareket, korunum prensipleri, dalgalar, kuantum konularıyla ilgili sorular kullanmıştır. İki farklı okulda öğrenim gören 128 öğrenci üzerinde yürütülen araştırmada korunum prensibi ile ilgili soruların analizleri sonucu Helm’ in (1980) yapmış olduğu araştırmada sunduğu yanılgıların benzerlerini Ivowi’de tespit etmiştir. Öğrencilerden momentumla ilgili soruda, momentumun korunumu ile ilgili gerçek durumu ifade eden açıklamayı bulmaları istenmiş ve öğrencilerin yaklaşık olarak yarısı bu soruyu yanlış yanıtlamışlardır. Ivowi, bu çalışmasında momentumun kütle ve hıza bağlı bir kavram olduğu halde öğrencilerin momentumun korunumunu sadece hıza bağlama yanılgısına sahip olduklarını ortaya koymaktadır. [17]

Momentum kavramının geçtiği diğer bir çalışma **Johnston, Crawford ve Fletcher**’in “Kuantum mekaniğinin öğrenilmesinde öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar” isimli 1998’ de yayınladıkları çalışmalarıdır. Bu çalışma kuantum fiziğini kapsamakta ve momentum kavramına klasik mekanikteki ve kuantum mekaniğindeki anlamlarıyla karşılaştırılması şeklinde kısaca değinilmiştir. Bu çalışmada modern fizik ve kuantum mekaniği derslerini gören 33 üniversite 3.sınıf öğrencisi kullanılmış ve bu öğrencilere momentum kavramını da kapsayan 9 sorudan oluşan iki quiz yapılmıştır. [18]

Ayrıca Raven “ilkokul çocuklarında momentum kavramı üzerine bir inceleme” (Raven, 1967-1968) isimli doktora çalışmasında momentumu anlamak için gerekli olan unsurları kendi içindeki değişim sırasına göre belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada 5-8 yaş arası 160 anaokulu ve ilk okul öğrencisi kullanan Raven öğrencilerin momentumu oluşturan unsurları anlamaksızın sezgisel ve bu unsurların birlikte nasıl bir etki oluşturduğuna yönelik bir anlayışa sahip olduklarını göstermiştir. [19]

Güneş ve arkadaşlarının 2001 yılında yapmış oldukları “Öğretmen adaylarının açık uçlu sorularla momentum ve itmeyi nasıl tanımladıklarının belirlenmesi” isimli

çalışma itme ve momentum konusunda ülkemizde yapılan en son çalışmalardan biridir. Fizik öğretmenliği birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıflarında ayrıca fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıf ve ilköğretim matematik öğretmenliği ikinci sınıfta öğrenim gören 192 eğitim fakültesi öğrencisi üzerinde yapılan araştırmada doğrudan momentum ile ilgili bazı kavramların tanımları sorularak veriler toplanmıştır. Çalışmada amaçlanan, öğrencilerin itme ve momentum kavramlarını tanımlayabilme düzeylerini tespit etmektir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, araştırmaya katılan öğrencilerin ancak üçte biri momentum kavramını tanımlayabilmişlerdir. İtmeyi tanımlayanların oranı ise örneklemin dörtte biridir. Bazı öğrencilerin dikkate değer bir şekilde moment ve momentum kavramlarını birbirleriyle karıştırdıkları bu çalışmada tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacı sınıflara göre yapılan tanımlamaların niteliksel olarak farklılık gösterdiğini ilköğretim bölümü öğrencilerinin orta öğretim fizik öğretmenliği öğrencilerine göre daha düşük başarı gösterdiklerini ve momentumun vektörel bir nicelik olmasını göz ardı ederek açıklamalarda bulduklarını belirtmişlerdir. [19]

Yukarıda belirtilen kaynaklar dışında Wessel'in (1997), momentum kavramı ve matematiksel gösterim işleminin anlaşılması, George ve arkadaşlarının (2000) enerji, momentum ve korunum kanunlarının laboratuvar ortamında bilgisayar destekli olarak öğrenilmesi konularında yapmış oldukları çalışmalara rastlanmıştır. Ancak bu çalışmalara döküman bazında ulaşamadığı için detaylı bilgi verilememektedir. [19]

1.6 Araştırmanın Amacı

Momentum konusu ile ilgili olarak yapılan kaynak taramasında Momentum kavramının öğrenilmesi ve öğretilmesi üzerinde yapılmış çalışmaların oldukça az sayıda olduğu dikkati çekmektedir. Öte yandan, ülkemizde öğretmen adaylarının ilgili kavram üzerinde kavramsal anlamalarını ölçen fazla çalışma bulunamamıştır. Bu nedenlerden dolayı momentum konusunun öğretimi ve öğrenimi üzerine yurt dışında yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalardan yararlanarak öğrencilerin karşılaştıkları zorlukları tespit edip, bu zorlukların ne tür öğretim aktiviteleriyle aşılacağı konusunda önerilere ihtiyaç vardır. Ayrıca, öğrencilerin karşılaştıkları zorlukların öğretim sonrasında ne ölçüde aşılabildiği ve öğrenmelerinin kalıcılık derecelerinin de saptanması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin ve Balıkesir ilinden seçilen 5 ayrı lisede öğrenim gören orta öğretim öğrencilerinin İtme ve Momentum konusundaki öğrenme düzeylerinin tespit edilmesi, geleneksel öğretim yönteminin öğrenmelerine bir etkisinin olup olmadığının ve konuyla ilgili olarak sahip oldukları kavram yanlışlarının öğretim sonrasında da devam edip etmediğinin belirlenmesidir.

1.7 Araştırmanın Önemi

Bu çalışma İtme ve Momentum konusunda öğrencilerin şu ana kadar sahip oldukları mevcut güçlüklerin ortaya çıkarılması ve giderilmesi bakımından kaynak niteliğinde olup konunun öğretilmesinde öğrencilere ışık tutacağı düşünülmektedir. Öte yandan çalışmanın sadece yüksek öğretim seviyesinde olmayıp orta öğretim seviyesi gibi ikinci bir boyutunun da olması öğrencilerin üniversiteye gelmeden önce sahip oldukları ön kavramların tespit edilmesi açısından önemlidir. Ayrıca çalışmanın örnekleminde öğretmen olacak öğretmen adayları yer aldığından ortaya çıkarılacak öğrenme güçlükleri ileride bu öğretmen adaylarının öğrencilere aktaracakları yanlış bilgilerin önlenmesinde yardımcı olacağına inanılmaktadır.

1.8 Araştırma Soruları

- Yüksek öğretim 1. sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi İtme ve Momentum konusunda sahip oldukları kavram yanlışları nelerdir?
- İtme ve momentum konusunun öğretiminden sonra yüksek öğretim öğrencilerinin öğretimden önceki kavram yanlışları devam etmekte midir?
- Orta öğretim ikinci sınıf öğrencilerinin itme ve momentum konusunda sahip oldukları kavramsal yanlışlar ile üniversite birinci sınıf öğrencilerinin kavramsal yanlışları arasında nasıl bir ilişki vardır?
- Geleneksel öğrenme yöntemi orta öğretim ikinci sınıf ve yüksek öğretim öğrencilerinin itme ve momentum konusunu öğrenmelerinde etkili midir?

- Çalışma ile saptanacak kavramsal yanılğı türünden öğrenme güçlüklerini ortadan kaldırmak için neler yapılabilir?

1.9 Sayıtlılar

- Kavramsal anlama testinin geçerliğinin yüksek olduğu kabul edilmiştir.
- Örneklemeden elde edilen sonuçların evrene genellenebileceğı kabul edilmiştir.
- Fen Bilgisi Öğretmenliğı birinci ve ikinci öğretim öğrencilerinde konuyu öğreten öğretim elemanının aynı öğretim yöntem ve tekniğini kullandığı kabul edilmiştir.
- Çalışmanın orta öğretim öğrencileriyle ilgili kısmında il genelinden seçilen 5 ayrı lise de görev yapan fizik öğretmenlerinin aynı öğretim yöntemi olan geleneksel öğretim yöntemini kullandıkları ve öğretim yöntemleri arasında fark olmadığı kabul edilmiştir.

1.10 Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma;

- Balıkesir Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliğı birinci ve ikinci öğretim öğrencileri ile,
- Balıkesir il merkezindeki 5 lise de öğrenim gören lise 2. sınıf öğrencileri ile,
- İtme ve Momentum konusu ile
- Öğrencilerin öğrenmelerinde meydana gelen değışimi ölçmek amacıyla yapılmış olan kavramsal anlama testindeki sorularla sınırlıdır.

Bir sonraki bölümde itme ve momentum konusunun incelenmesine yönelik olarak oluşturulan bu çalışmanın araştırma yöntemi hakkında bilgi verilecektir.

2.YÖNTEM

2.1 Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, Türkiye’ deki Eğitim Fakültelerinde halen eğitim gören Fen Bilgisi öğretmeni adayları ile orta öğretim ikinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Araştırmanın örneklemini, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD birinci sınıfta okuyan 89 birinci ve ikinci öğretim öğrencileri ile Balıkesir il merkezinden seçilen 5 farklı liseden rastgele seçilmiş sınıflarda öğrenim gören toplam 124 lise ikinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır.

2.2 Araştırma Modeli

Bu araştırmada geleneksel öğretim yönteminin konunun öğretimine etkisi olup olmadığı ve var olan durumun detaylarıyla betimlenmesi amaçlanmıştır.

2.3 Verilerin Toplanması

Araştırmada, örnekleme sözü edilen öğrenci gruplarının, itme ve momentum konusu üzerine fikirleri ve sahip oldukları kavramsal değişimleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Örnekleme yer alan üniversite öğrencilerinin öğretim öncesinde konuyla ilgili ön bilgilerini, hangi kavram yanlışlarına sahip olduklarını ve kavramsal anlama düzeylerini ölçmek amacıyla ön test, konunun öğretiminden sonra da öğrenme düzeylerinde bir değişim olup olmadığını tespit etmek amacıyla aynı sorulardan oluşan bir son test uygulanmıştır.

Hazırlanan testin öğrenciler tarafından anlaşılıp anlaşılmadığını öğrenmek, cevaplama zorlukları önceden tespit edebilmek amacıyla ilköğretim matematik öğretmenliği ikinci sınıf öğrencilerinden 42 kişiye deneme çalışma yapılmıştır. Yapılan deneme çalışması sonuçlarına göre soruların

anlaşılmayan kısımları düzeltilmiş, çok fazla yanıt alınamayan sorular testten çıkarılmıştır.

Ayrıca çalışmanın geçerliliğini artırmak amacıyla 15 öğrenciyle İtme ve Momentum konusuyla ilgili yarı yapılandırılmış görüşme yapılmış ve testlerden elde edilecek yanıtları tamamlayarak verilerin daha açıklayıcı hale getirilmesi sağlanmıştır.

Yüksek öğretim öğrencilerine uygulanan kavramsal anlama testindeki sorularla içerik olarak aynı ancak biraz daha basit sorulardan oluşan başka bir kavramsal anlama testi de orta öğretim ikinci sınıf öğrencilerine öğretim sonrasında uygulanmıştır. Bu testin orta öğretim öğrencilerine sadece öğretim sonrası uygulanmasının sebebi öğrencilerin itme ve momentum konusunu ilk defa lise ikinci sınıfta görmüş olmalarıdır.

2.3.1 Kavramsal Anlama Testi

Öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası konu ile ilgili fikirlerini ve bu fikirlerdeki değişimi saptamak amacıyla hazırlanan kavramsal anlama testi 4 tane açık uçlu sorudan oluşmaktadır. (Ek 1) Soruların hazırlanması aşamasında yapılan literatür taramasında konuyla ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalardan Graham, ve Berry (1996) 'nin "*Öğrencilerin momentum konusunu anlamalarındaki gelişimin hiyerarşik bir modeli*" isimli çalışmasının dikkate değer olduğu saptanmış ve daha önce başka çalışmalarda denenmiş soruların kullanılmasının çalışmanın geçerliliğini artırdığı bilgisinden yola çıkılarak bu sorular arasından seçim yapılmaya çalışılmıştır[15]. Soruların bir kısmı da yüksek öğretim öğrencilerinin Genel Fizik dersinde kaynak kitap olarak kullanmış oldukları Serway' in Fen ve Mühendislik için Fizik isimli kitabındaki konu sonu soruları arasından seçilmiştir [20].

Kavramsal anlama testlerinde kullanılan sorular (Ek 1, Ek2) öğrencilerin momentumun kütle ve hız kavramlarıyla ilişkisini, momentumun vektörel bir büyüklük oluşunu, momentumun korunumu prensibini, tek boyutta itmeyi ve momentum değişiminin itmeye eşit olması gerektiği prensibini bilimsel olarak

kabul edilebilirlik açısından bilip bilmediklerini tespit etmek amacıyla seçilmiştir. Tablo 2.3.1 Kavramsal anlama testinde hangi sorunun hangi konu ile ilişkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.3.1 Kavramsal anlama testinde kullanılan soruların dağılımı

Sorunun ilgili olduğu kavram	Soru numarası
Momentum kütle ve hızın çarpımına eşittir.	1. soru*
Momentumun vektör özelliği	3. soru*
Momentumun korunumu	2-Y, 2-O
Tek boyutta İtme	1*, 4-Y, 4-O

*Hem yüksek öğretim hem de orta öğretim öğrencilerine kavramsal anlama testinde sorulan sorudur.
Y: Yüksek öğretim, O: Orta öğretim

2.3.2 Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Konunun öğretiminden önce ve sonra yapılan ön test ve son testlerden elde edilen verileri desteklemek amacıyla yüksek öğretim öğrencileri arasından rasgele seçilen 15 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Görüşme soruları da kavramsal anlama testlerinde olduğu gibi Graham, ve Berry, (1996) 'nin "Öğrencilerin momentum konusunu anlamalarındaki gelişimin hiyerarşik bir modeli" isimli çalışması ve yüksek öğretim öğrencilerinin genel fizik dersinde kaynak kitap olarak kullanmış oldukları Serway' in Fen ve Mühendislik için Fizik isimli kitabındaki konu sonu soruları arasından seçilmiştir.

Görüşmelerde kullanılan sorular (Ek 3) aynen kavramsal anlama testlerinde olduğu gibi momentum ile kütle ve hız arasındaki ilişkinin netleştirilmesi, çarpımına eşit oluşunu, momentumun vektörel bir büyüklük olmasının ne anlama geldiği, momentumun korunumu prensibi ile ne anlaşıldığı , tek boyutta itme ile ilgili örneklerin açıklanması ve momentum değişiminin itmeye eşit olması prensibini bilip bilmediklerini ve bunun günlük hayatta bize ne kazandırdığını belirlemek amacıyla seçilmişlerdir.

2.4 Verilerin Analizi

Yüksek öğretim öğrencilerine konunun öğretiminden önce ve konu bittikten sonra uygulanan ön ve son testlerin analizi ile orta öğretim öğrencilerine konu bitiminde uygulanan kavram testinin analizi öğrencilerin sorunun ilk kısmına ve açıklama kısmına verdikleri yanıtlar olarak iki grupta incelenmiştir.

Verilerin analizi kısmında önce verilerin nicel analizi sunulacak ardından verilerin analizi nitel olarak tamamlanacaktır. Her iki kısımda da önce yüksek öğretim öğrencilerinden ardından orta öğretim öğrencilerinden elde edilen analiz sonuçları sunulacaktır.

Soruların ilk kısımları ya çoktan seçmeli ya da iki olgu arasından birinin tercih edilmesi şeklinde veya “evet-hayır” yanıt verilebilecek şekilde düzenlenmiştir. Asıl nitel analiz yapılan kısımlar ise soruların ikinci bölümü olan açık uçlu kısımlardır.

Nitel verilerin analizinde yanıtların önce bilimsel olarak kabul edilebilir olup olmadığına bakılmıştır. Eğer verilen yanıt bilimsel kabul edilebilir yanıt ise bu yanıtda içerdiği ifadelerle bakılarak tekrar tam yanıt mı yoksa tam yanıtın bileşenlerini içeren kısmi yanıt mı olup olmadığına bakılmıştır.

Öte yandan bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar ise “momentum konusu ile ilgili bilimsel kabul edilemez yanıtlar”, “momentum konusu ile ilgili olmayan bilimsel kabul edilemez yanıtlar”, “sezgisel yanıtlar”, “kodlanamaz yanıtlar” ve “yanıtsız” olarak 5 alt kategoriye ayrılmış ve analiz işlemi buna göre yapılmıştır.

Tablo 2.4.1 de kodlamada yer alan kategoriler gösterilmiştir.

Tablo 2.4.1: Kodlamada Yer Alan Yanıtların Kategorileri

Kategori	Yanıt Türleri
	A. Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Yanıtlar
3	A1.Tam Yanıt
2	A2. Kısmi Yanıt
	B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar
1	B1. Momentum ile İlgili Kabul Edilemez Yanıtlar
1	B2.Momentum ile İlgili Olmayan Kabul Edilemez Yanıtlar
1	B3. Sezgisel Yanıtlar
0	C. Kodlanamaz
0	D. Yanıtsız

Bilimsel kabul edilebilir yanıtlar sorunun tam yanıtını içeren ve tam yanıt olmasa da bilimsel olarak kabul edilemez herhangi bir yanlış açıklamayı içermeyen kısmi yanıtlardan oluşturulmuştur. Bilimsel kabul edilemez yanıtlardan momentumla ilgili olan ancak yanlış bir bilgi içeren yanıtlar B1 kategorisine, momentumla ilgili olmayan ve yanlış açıklama içeren yanıtlar B2 kategorisine konulmuştur. Öğrencilerin günlük yaşantılarının algısal bir sonucu olan ancak bilimsel bir anlamı olmayan yanıtlar B3 kategorisinde sezgisel yanıtlar olarak değerlendirilmeye alınmıştır. Ayrıca hiç bir kategoriye sığmayan, politik cevap verilmiş olan veya öğrencinin ne demek istediğinin anlaşılmadığı karmaşık yanıtlar C kategorisinde kodlanamaz başlığı altında incelenmiştir. Hiçbir açıklama içermeyen veya “bilmiyorum”, “hiçbir fikrim yok” şeklindeki yanıtlar yanıtsız kategorisine alınmıştır. [21]

2.4.1 Kavramsal Anlama Testi ile İlgili Güvenilirlik Çalışması

Kavramsal anlama testininin güvenilirliğini ölçmek amacıyla, toplanan veriler araştırmacı tarafından nitel olarak analiz edildikten sonra konunun uzmanı olan başka bir fizikçi tarafından tekrar analiz edilmiş ve bu iki analiz sonuçlarının tutarlılığına bakılmıştır. [21] Geçerlilik analizi sonuçları Tablo 2.4.2 de verilmiştir.

Tablo 2.4.2 Geçerlilik analizi sonuçlarına göre soruların uyum yüzdesi

Soru	Yüksek öğretim uyum yüzdesi (%)	Orta öğretim uyum yüzdesi (%)
1	88.9	90.0
2	88.9	90.0
3	100	100
4	90.0	85.0

Yapılan geçerlilik analizi sonuçlarına göre (Tablo 2.4.2) yüksek öğretim öğrencilerine yöneltilen birinci soru için uyum yüzdesi % 88, ikinci soru için % 88, üçüncü soru için % 100, dördüncü soru için % 90 olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde orta öğretim öğrencileri için de uyum yüzdeleri; birinci soru için % 90, ikinci soru için % 90, üçüncü soru için % 100, dördüncü soru için % 85 olarak tespit edilmiştir

3. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde momentumun kütle ve hız kavramlarıyla ilişkisi, momentum değişiminin itmeye nasıl bağlı olduğu, momentumun korunumu ve momentumun vektörel doğası ile ilgili soruların nicel ve nitel analizleri sonucu elde edilen bulgulara ve yorumlarına yer verilmiştir. Aşağıda öğrencilerin momentumun kütle ve hız kavramlarıyla ilişkisi ve momentum değişiminin itmeye nasıl bağlı olduğu ile ilgili öğrenme düzeylerini tespit etme amacıyla sorulmuş olan birinci sorunun analizi yer almaktadır.

3.1 Momentumun Kütle ve Hız Kavramlarıyla İlişkisi ve Momentum Değişiminin İtmeye Nasıl Bağlı Olduğu ile İlgili Sorunun Analizi

Aşağıda kavramsal anlama testinde yer alan ve hem kütle ve hızın çarpımının momentuma eşit olmasını hem de momentum değişiminden itmenin elde edilmesinin öğrencilerden irdelenmesinin istendiği 1. soru görülmektedir.

Soru 1: 3 tonluk kütleyle sahip 30 m/s hızla giden kamyonu mu yoksa 1 tonluk kütleyle sahip 80 m/s hızla giden bir arabayı mı durdurmak daha zordur?

.....

Verdiğiniz yanıtın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

.....

.....

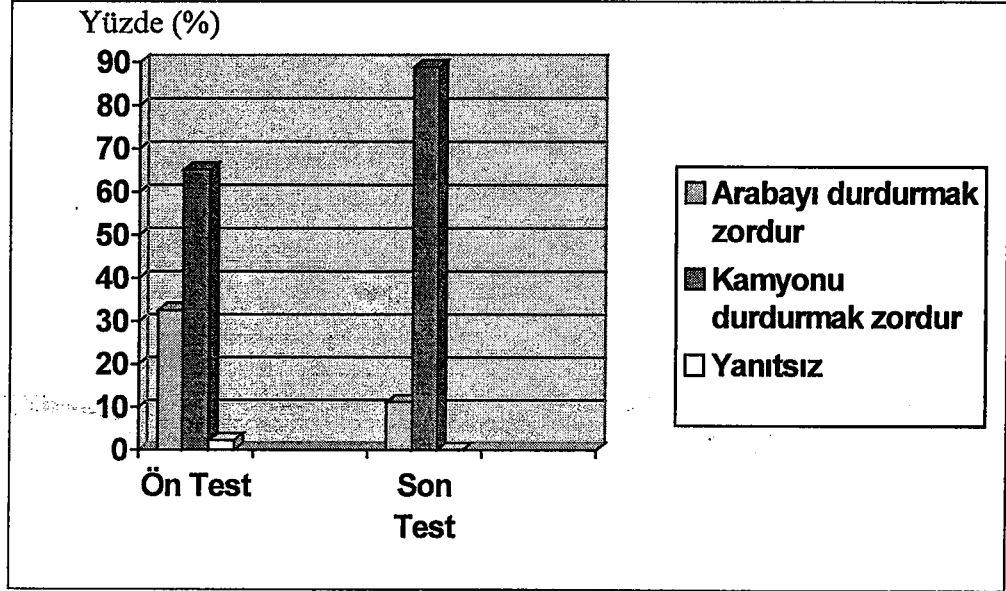
Bu soruda öğrencilerden kütle ve hızları verilmiş olan iki araçtan hangisini durdurmanın zor olacağını tahmin etmeleri istenmiş ve bu tahminlerinin nedenini açıklamaları istenmiştir. Soru, deneme çalışmasında sorulmuş ve verileri yanıtların analizi sonucunda hem orta hem de yüksek öğretim öğrencilerinin soruyu cevaplayabilecek kapasitede olduğuna karar verilerek her iki gruba da yöneltilmesinde bir sakınca görülmemiştir.

Bu sorunun doğru seçeneği “ Kamyonu durdurmak daha zordur.” ifadesidir. Aslında bu sorunun bilimsel olarak uzmanlarla yapılan analizinden sonra tam yanıtı “Eşit zaman dilimlerinde momentumundaki değişimin hangi araçta daha fazla olduğunu görüyorsak o aracı durdurmak zor olduğudur.” Bu şekilde açıklamada bulunan öğrenci olmadığından direk olarak zaman değişimini hesaba katılmadan momentum değişimini baz alan ve momentum değişimini itmeye bağlayan açıklamalar tam yanıt olarak kabul edilmiştir. Bu şekilde düşünüldüğünde doğru kabul edilebilecek tam açıklama; “Cisim üzerindeki momentum değişimi o cisme uygulanan itmeyi verir. Kamyonun momentumundaki değişim arabaya göre daha fazla olduğu için kamyonu durdurmak daha zordur.” şeklinde olmalıdır. Öğrencilerin açıklama kısmına verdikleri yanıtlar bu açıklama doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Yüksek öğretim öğrencilerinin sorunun ilk kısmına verdikleri yanıtların yüzdeleri Tablo 3.1.1 de gösterilmiş olup grafik olarak gösterimi de Şekil 3.1.1 de görülmektedir.

Tablo 3.1.1 1. sorunun ilk kısmına yüksek öğretim öğrencilerinin ön test ve son testte verdikleri yanıtların yüzdesi

Yanıtlar	Ön Test		Son Test	
	N	(%)	N	(%)
A)Arabayı durdurmak daha zordur	29	32,6	10	11,2
B) Kamyonu durdurmak daha zordur	58	65,2	79	88,8
C) Yanıtsız	2	2,2	0	0



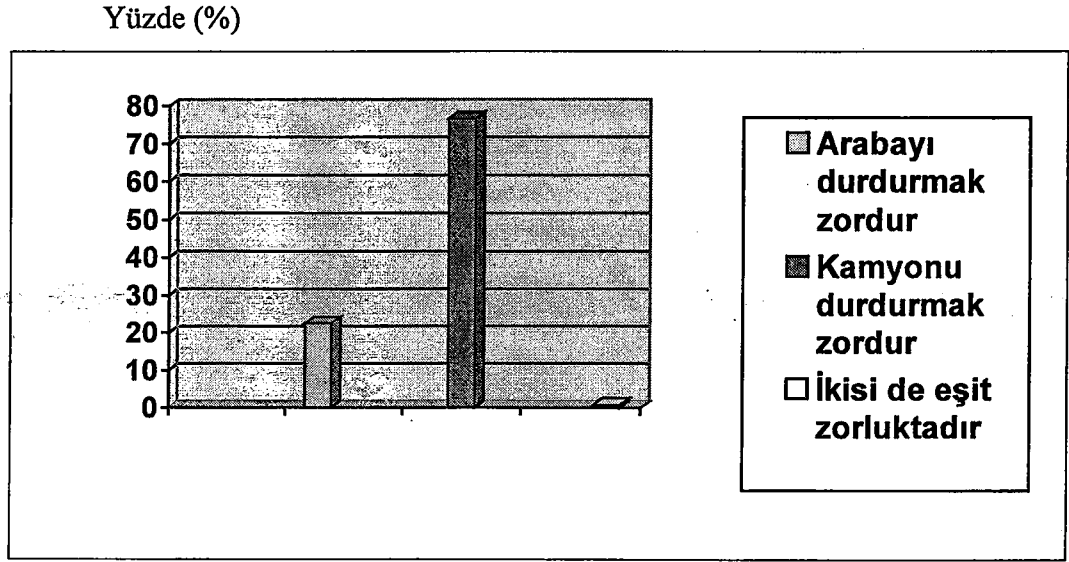
Şekil-3.1.1 Yüksek öğretim öğrencilerinin 1. sorunun ilk kısmına ön test ve son testte vermiş oldukları yanıtların grafik gösterimi

Tablo 3.1.1 ve şekil 3.1.1' den görüldüğü üzere ön testte yüksek öğretim öğrencilerinin % 65.2' si sorunun ilk kısmına doğru yanıt vermiş, son testte bu oran daha da yükselmiş ve % 88.8 olmuştur.

Aşağıda görülmekte olan Tablo 3.1.2 ise 1. sorunun ilk kısmına orta öğretim öğrencilerinin verdikleri yanıtların yüzde olarak oranını göstermektedir. Şekil 3.1.2 ise grafiksel olarak gösterimdir.

Tablo 3.1.2. 1. sorunun ilk kısmına orta öğretim öğrencilerinin verdikleri yanıtların yüzdesi

Yanıtlar	N	Frekans (%)
A) Arabayı durdurmak daha zordur	28	22,6
B) Kamyonu durdurmak daha zordur	95	76,6
C) İkişi de eşittir.	1	0,8



Şekil-3.1.2 Orta öğretim öğrencilerinin 1. sorunun ilk kısmına kavram testinde vermiş oldukları yanıtların grafik gösterimi

Tablo 3.1.2 ve Şekil 3.1.2 incelendiğinde orta öğretim öğrencilerinin % 76.6'sı bu sorunun ilk kısmına doğru yanıt vermişlerdir.

Tablo 3.1.1 ve Tablo 3.1.2' deki sonuçlara göre momentumun kütle ve hızın çarpımına eşit olması ifadesi ile ilgili olan 1. sorunun ilk kısmına verilen doğru yanıt oranı oldukça yüksektir.

Aşağıdaki Tablo 3.1.3' te yüksek öğretim öğrencilerinin 1. sorunun ikinci kısmında yaptıkları açıklamaların analizi ve bu analiz sonucunda oluşturulan yanıt kategorilerinin yüzdeleri görülmektedir.

Öğrencilerin ikinci kısma verdikleri yanıtlar bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar ve bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar olarak iki ana kategoriye ayrılmış ve bu kategorilerde kendi içlerinde alt bölümlere ayrılmışlardır.

Sorunun bilimsel olarak kabul edilebilecek açıklaması; “Cisim üzerindeki momentum değişimi o cisme uygulanan itmeyi verir. Kamyonun momentumundaki değişim arabaya göre daha fazla olduğu için kamyonu durdurmak zordur.” şeklinde olmalıdır. Öğrencilerin açıklama kısmına verdikleri yanıtlar bu açıklama baz alınarak değerlendirilmiştir.

Kısmi yanıt olarak değerlendirilen kısımda ise öğrenciler sadece momentum değişimine değinmiş bu değişimin itmeye eşit olduğunu vurgulamamışlardır.

Tablo 3.1.3: Yüksek öğretim öğrencilerinin birinci sorunun ikinci kısmına ön test ve son testte verdikleri yanıtların analizi

Seviye	Yanıt Türleri	Ön Test		Son Test	
		N	%	N	%
	A. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar				
3	A1. Tam yanıt				
	Cisim üzerindeki momentum değişimi o cisme uygulanan itmeyi verir. Kamyonun momentumundaki değişim arabaya göre daha fazla olduğu için kamyonu durdurmak zordur.	1	1,1	0	0
2	A2. Kısmi Yanıt				
	<u>Sadece Momentum Değişimine Dayalı Açıklama</u> “ Durdurmak demek momentumu sıfır yapmak demektir. Başlangıçtaki momentumu ne kadar büyük olursa momentum değişimi de o kadar büyük olur. Durdurmak daha zor olur.”	0	0	1	1,1
	<u>Sadece Momentuma Dayalı Açıklama</u> “ Momentumu daha fazla olduğu için durdurmak zordur.”	37	41,6	58	65,2
		38	42,7	59	66,3
1	B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar				
	B1. Momentum Kavramı ile İlgili Yanıt				
	<u>Momentum ile Kuvvet kavramının Karıştırıldığı Durum</u> “ $F=m \cdot V$ olduğu için kamyonu durdurmak için gerekli kuvvet daha büyüktür.”	2	2,3	1	1,1
	<u>İtme Kavramına Dayalı Açıklama</u> “ Arabayı durdurmak için belli bir kuvvet uygulanır. Uygulanan kuvvet zamanla daha kolay olur ve durması için zaman ister. $F \cdot \Delta t = \text{itme}$ ”	1	1,1	2	2,3
	<u>Kütle-Ağırlık Kavramına Dayalı Açıklama</u> “ Kütle fazla olduğu için hızı az da olsa durdurmak daha zordur. Uygulanan momentumu daha fazla olur.”	1	1,1	0	0
	<u>İtmenin Momentuma Eşit Kabul Edildiği Açıklama</u> “ Kamyonun momentumu yani itmesi daha fazla olduğu için durdurmak zordur.” “ $\text{İtme} = F \cdot t = V \cdot m$ olduğu için kamyonu durdurmak zordur.”	5	5,6	5	5,6
	<u>Momentumu Kuvvete Eşitleyen Açıklama</u> “ Kamyonu durdurmak için $P = m \cdot V = 90000 \text{ kgm/s}$ kadar kuvvet gerekir.”	1	1,1	0	0

Tablo 3.13' ün devamı

Momentumun Formülünün Doğru Olmadığı Açıklama					
" $p = \frac{g^2}{2}$ $P2 > P1$ olduğu için zordur." " $M = m_1 \cdot g_1^2$ 'den momentumu büyük olan arabayı durdurmak zordur." "80 m/s hızla giden aracın hızı daha büyük olduğu için momentumu daha büyüktür. Bundan dolayı hızlı arabayı durdurmak zordur."	1.	1,1	3	3,4	
İtmenin Kuvvete Eşit Olduğu İfade "Momentumu büyük olduğu için itme kuvveti daha fazladır." "Kamyonun itme kuvveti arabanın itme kuvvetinden fazladır."	1	1,1	2	2,3	
Moment ve Momentum Kavramının Karıştırıldığı Açıklamalar Momenti daha büyük olduğu için durdurmak daha zordur."	0	0	5	5,6	
Enerji Kavramına Dayalı Açıklama "Çünkü momentum korunur. Momentumun korunumundan $m \cdot \Delta V$ formülünü uygularsak 3 tonluk olanın enerjisinin daha fazla olduğunu görürüz."	1	1,1	0	0	
	13	14,5	18	20,3	
B2. Momentum Kavramı ile İlgili Olmayan Yanıt					
Hız Kavramına Dayalı Açıklama "Hızlı arabayı durdurmak daha zordur." "Hızlı gitti için durdurmak zordur. Ağırlıkla ilgisi olduğunu sanmıyorum." "Bir cismin durması için alacağı en kısa mesafede kütle önemli değildir. Önemli olan ilk hızı ve yavaşlama ivmesidir."	15	16,9	0	0	
Kuvvet Kavramına Dayalı Açıklama "Yere uyguladıkları kuvvetler bakımından 1 tonluk 80 m/s hızlı arabayı durdurmak zordur." "Kamyonun kazandığı kuvvet daha fazla." " $F = m \cdot a$ $30 \cdot 30/t = 90N$ olduğu için kamyonu durdurmak zordur."	1	1,1	6	6,7	
İvme Kavramına Dayalı Açıklama " $F = m \cdot a$ kütlesi ve ivmesi büyük olan kuvveti karşılamak daha zordur." "Arabaları aynı mesafede durdurmak istersek kazandıracığımız ivmeler durduracaktır."	6	6,7	1	1,1	
Enerji Kavramına Dayalı Açıklama "Enerjisi fazladır. Daha fazla tepki için daha fazla enerji vermek gerekir." "Kinetik enerjisi daha fazla olduğu için durdurmak zordur."	10	11,2	4	4,5	
Kütle-Ağırlık Kavramına Dayalı Açıklama "Kamyon daha ağır olduğu için durdurmak zordur." "Kütlesi daha fazla olduğu için durdurmak zordur."	4	4,5	1	1,1	
	25	28,1	12	13,5	
0	C.Yanıtsız	2	2,3	0	0
	Toplam	89	100	89	100

Tablo 3.1.3'te de görüldüğü üzere sorunun ikinci kısmına yüksek öğretim öğrencilerinin % 42,7'si ön testte ve %66,3'ü son testte bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar vermişlerdir. Ön testte tam doğru yanıt veren öğrenci oranı % 1.1 olup son testte bu oran sıfırdır. Yani öğretim sonrası yapılan son testte sorunun açıklamasını bilimsel olarak tam doğru yapan öğrenciye rastlanmaması ilginç bir bulgudur. Bu durum öğrencinin öğretim öncesi doğru yanıt verip öğretim

sonrasında bundan vazgeçmesi öğrencinin öğretim sırasında kafasının karışmış olması olasılığını akla getirmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar veren öğrenci yüzdesi ön testte % 57,3 ve son testte % 33,7'dir. Yüksek öğretim öğrencilerinin % 14,5'i ön testte, % 20,3'ü son testte momentum kavramı ile ilgili bilimsel kabul edilemez yanıtlar vermişlerdir. % 28,1'i ön testte momentum kavramı ile ilgili olmayan bilimsel kabul edilemez açıklamalarda bulunmuş olup bu oran son testte % 13.5 olarak saptanmıştır. Son testte momentum ile ilgili bilimsel kabul edilemez yanıt oranının artması öğrencilerin momentum konusu ile ilgili daha çok açıklamada bulduklarını ancak bu açıklamalarında yanlış olduğunu yani yanlış kavramsallaştırma oranının hayli yüksek olduğunu göstermektedir. Kısaca verilen öğretim öğrencileri momentum kavramını kullanarak açıklama yapmaya yöneltmiş ancak öğrenciler bu açıklamalarını bilimsel olarak kabul edilebilir bir tabana oturtamamışlardır.

Bilimsel olarak kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin büyük bir kısmının momentum değişimi ile momentum kavramını karıştırdıkları görülmektedir. Momentum ile momentum değişimini karıştıran öğrenci yüzdesi, ön testte %41.6 son testte ise %65.2 oranındadır. Öğrenciler sorunun açıklamasını yaparken "*Momentumu daha fazla olduğu için durdurmak zordur.*" ifadesini çok sık tekrar etmişlerdir. Ancak bu ifade bilimsel kabul edilebilir yanıtlarda kısmi yanıtlar kategorisinde değerlendirilmiştir. Öğrencilerin ifadelerinden, momentum değişimi en fazla olduğu için değilde sadece o anki momentumu fazla olduğu için durdurmak daha zordur gibi bir durum anlaşılmaktadır ki bu da dolaylı olarak itme ve momentumun karıştırıldığını açıklamaktadır. Ön ve son testlerde itmeyi momentuma eşitleyen açıklamalar % 5.6 oranındadır. Toplam olarak itme ile momentumu karıştıran öğrenci yüzdesi ön testte % 47.2, son testte % 70,8'dir.

Örneğin Kavramsal anlama testine ön testte ve son testte verilen yanıtlarda öğrenciler aşağıdaki gibi açıklamalarda bulunmuşlardır.

"m.V= F.t Birim zamanda uyguladığımız kuvvet daha büyük olur. Kamyonun momentumu daha büyük olduğu için durdurmak zordur." (Öğrenci 10, 23)

“itme = $F.t = V.m$ ise 3 tonluk aracı durdurmak zordur. Çünkü itme arttıkça yerle sürtünme kuvveti sabit olduğu için t artar.”(Öğrenci 50)

“3 tonluk kütleye sahip olanın momentumu(itmesi) daha fazladır. Yani daha fazla kuvvetle karşı karşıya kalınır.” (Öğrenci 46)

İfadelerinden öğrencilerin itme ve momentum kavramlarının birbirine eşit olduğunu zannettikleri görülmektedir. Buradan öğrenciler $m.V$ ile çarpımı ile momentum değişiminden çok anlık momentumdan bahsettiklerinin farkında olmadıkları söylenebilir. Ayrıca öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde de aynı sonuca varılmıştır. Görüşme yapılan öğrencilerden 10 kod numaralı öğrenci ile yapılan aşağıdaki diyalog bunun bir kanıtıdır.

A: *Bir savaş uçağından farklı kütle ve hızlarla demir güller atılmaktadır. Aşağıda kütle ve hızları verilmiş olan bu güllerden hangisinin camdan yapılmış bir gökdelenin çatısını kırma olasılığı en yüksektir?*

Öğrenci 10:*Kütle ve hızının çarpımı hangisinin en büyükse onun kırma olasılığı daha yüksek olur herhalde.*

A: *Peki neden çarpımlarına göre hesapladın?*

Öğrenci 10:*Hızlandıkça daha çok kütlesi artacak,uuuummm, kütlesi artacak demiyimde kuvveti artacak yani hızlı bir şey ve çarpımları bu formülden geliyor aslında. Iuu, formül $mxV = Fxt$ 'den süre önemli değilde kuvveti en büyük olanın bence kırma olasılığı en yüksektir. Bu da b şıkkıdır.*

Öğrenci 10, momentum formülünü itmeye eşitleyerek hatta itmenin formülünü de tam doğru olarak yazmadan açıklama yapmıştır. Momentum ile momentum değişimini karıştırdığı aşikardır. Aynı soru diğer bir öğrenci olan öğrenci 30'a yöneltildiğinde 30. kod numaralı öğrenci de 10 kod numaralı öğrenci gibi momentumu itici kuvvet olarak tanımlamış ve itmeye eşitlemiştir.

Öğrenci 30: *b'deki en büyüktür.*

A: *Neden?*

Öğrenci 30: *Onun momentumu daha büyüktür.*

A: *Biraz daha açar mısın?*

Öğrenci 30: *uumm, İtici kuvvet oluyo momentum orda, en fazla itici kuvvette b'dekinde oluyo.*

A: *Momentum itici kuvvet midir?*

Öğrenci 30: *Evet.*

55 kod numaralı öğrenci ise diğer iki öğrenci ile benzer açıklama da bulunmuştur;

Öğrenci 55: *Bence b şıkkı diyorum ben.*

A: *Neden?*

Öğrenci 55: *Çünkü, ya! Bu itme kuvveti uygulayacak, hızı da tam ortalama kütlede ortalama yani momentum, itme kütle çarpı hız olduğu için bu daha fazla bir itme kuvveti uygulayacak.*

Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler, öğrencilerin kırma olasılığının itme kavramıyla bir alakası olduğunun farkında olduklarını ama itmenin momentum değişimine eşit olduğu bilgisini atladıklarını ayrıca tamamen momentuma eşitleyerek açıklamalarda bulunmaları sonucu konunun bu kısmı ile ilgili kavram yanlışlarının çok büyük olduğunu ispatlamakta, ön test ve son test sonuçlarını doğrulamaktadır.

Yüksek öğretim öğrencilerinin bu sorunun ikinci kısmında yaptıkları açıklamalar irdelenmeye devam edilirse ön testte momentum ile ilgili olmayan kabul edilemez açıklama kısmında % 16,9 oranında, hız kavramıyla yapılan yanlış açıklamalar olduğu tespit edilmiş ve bu açıklamalar son testte tekrarlanmamıştır. Örneğin;

“Hızlı gittiği için durdurmak zordur. Ağırlıkla fazla ilgisi olduğunu sanmıyorum.”(Öğrenci 24)

*“Araba hafif ve hızı daha fazla olduğu için durdurulması daha zordur.”
(Öğrenci 26)*

“Kütle faktöründen hız faktörü daha önemli olduğu için hızlı olan araba hızının verdiği etkiyle daha büyük bir kuvvet uygular.(Mermi örneğini verebiliriz) (Öğrenci 35)

“Ağırlık yerçekimine karşı düşey yönlüdür. Hız yatay yönlü olduğu için hızı büyük olanı durdurmak daha zordur.” (Öğrenci 37)

şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu örnek açıklamaları çoğaltmak mümkündür.

Ayrıca yapılan görüşmelerde öğrenci 36 kod numaralı öğrencinin yaptığı açıklama da bunu doğrulamaktadır. Öğrenci 36'ya hız ve kütleleri verilmiş olan demir güllelerin bir gökdelenin çatısını kırma olasılığı ile ilgili soru yöneltildiğinde ;

Öğrenci 36: Hızı daha büyük olanın etkisi daha büyüktür.

A: Peki şıklardan hangisi oluyor?

Öğrenci 36: c şıkkı oluyor.

A: Neden peki? Hızlı gittiği için mi?

Öğrenci 36: Evet.

şeklinde açıklamada bulunmuştur.

Dikkati çeken diğer bir nokta ise ön testlerde momentum ve moment kavramlarını karıştıran öğrenciye rastlanmadığı halde son testlerde yani konunun öğretiminden sonra öğrencilerin % 5.6'sının moment ve momentum kavramlarını karıştırmaları ve birbirleri yerine kullanmalarıdır. Bu çok yüksek bir oran olmasa

da konunun öğretiminden sonra böyle bir bulguya rastlanması momentum ile moment arasındaki farkın çok fazla vurgulanmadığını göstermektedir.

Moment kavramını momentum kavramı yerine kullanan öğrencilerin ifadeleri aşağıda belirtilmiştir.

“Momenti daha büyük olduğu için durdurmak daha zordur.” (Öğrenci 40)

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğrenci 13 kod numaralı öğrencinin momentum ile ilgili ifadesi de momentumun momentle karıştırıldığını ispatlamaktadır:

Öğrenci 13: Momentum momentten gelme yani dengenin, şeyy, kütle ile hız şeklinde, uumm, şey, dengede ağırlık var momentte ağırlık bir de kuvvet var. Burda hız var, ivme, hız var.

A: Nasıl yani biraz daha açabilir misin?

Öğrenci 13: Momentum korunması gereken tek şey herhalde. Bu da dengenin değişik bir versiyonu.

A: Yani "momentum bir dengedir." mi diyosun?

Öğrenci 13: Evet. Kuvvetler değil hız ve kütle dengesi.

Öğrenci 13 momentumun momentten geldiğini ve dengenin değişik bir versiyonu olduğunu savunmaktadır. Bu konuda bir kavram yanılgısına sahip olduğu bu görüşmenin de konunun bitiminde yapıldığını belirtirsek konu bittikten sonra bu öğrencinin momentumu ve momenti tam olarak öğrenemediği söylenebilir.

Momentumun formülünü yanlış bilen öğrenci yüzdesi % 1,1 iken son testte bu oran % 3,4'e çıkmıştır. Öğrencilerin yazdıkları formüller incelendiğinde kinetik enerjinin formülü ile benzerlik taşıdığı görülmektedir. Formülün konu bittikten sonra daha çok yanlış yazılması da kinetik enerji ile momentumun tam olarak

farkını ayırmıyamadıklarını göstermektedir. Aşağıda momentumun formülünü doğru olarak bilmeyen öğrencilerin kullandıkları ifadeler görülmektedir.

$P = \frac{g^2}{2}$ $P_2 > P_1$ olduğu için zordur.” (Öğrenci 73)

“ $M = m_1 \cdot g_1^2$ den momentumu büyük olan arabayı durdurmak daha zordur.”
(Öğrenci 13)

Bilimsel kabul edilemez yanıtlar kısmına bakıldığında momentum ile ilgili açıklamada bulunan öğrencilerin % 1.1’i ön testlerde enerji ile momentum kavramlarını karıştırmışlardır. Momentum ile ilgili olmayan açıklamalarda bu oran ön testte % 11.2 ve son testte % 4.5 olarak tespit edilmiştir.

“Arabanın kinetik enerjisi daha fazla olduğu için durdurmak zordur.”
(Öğrenci 14)

“Kinetik enerjisi yüksek olanın sürtünmesi de yüksek olacaktır. Bu enerji ısı enerjisine dönüşecektir. Bu nedenle arabayı durdurmak zordur.”(Öğrenci 13)

Yukarıda 13 ve 14 kod numaralı öğrencilerin ön testlerde kullandıkları ifadeler görülmektedir.

Ön test ve son testlerden elde edilen diğer bir bulgu ise öğrencilerin itmeyi bir kuvvet olarak tanımlamalarıdır. Ön testte % 1.1, son testte de % 2.3 oranında itme kuvveti ifadesine rastlanmıştır. Aşağıda 41, 65, 21 kodlu öğrencilerin açıklamaları görülmektedir.

“3 tonluk kütleyle sahip araca daha fazla itme kuvveti etki eder.” (Öğrenci 41)

“Kamyonun itme kuvveti arabanın itme kuvvetinden fazladır. Bu nedenle kamyonu daha fazla kuvvet uygulamak gerekir.” (Öğrenci 65)

“Momentumu büyük olduğu için kamyonun itme kuvveti daha fazladır.”
(Öğrenci 21)

Tablo 3.1.4: Orta Öğretim Öğrencilerinin 1.sorunun ikinci kısmına
verdikleri yanıtların analizi

Seviye	Yanıt Türleri	Kavramsal Anlama Testi	
		N	%
	A. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar		
	A1.Tam yanıt		
3	Cisim üzerindeki momentum değişimi o cisme uygulanan itmeyi verir. Kamyonun momentumundaki değişim arabaya göre daha fazla olduğu için kamyonu durdurmak zordur.	2	1,6
	A2.Kısmi Yanıt		
2	<u>Sadece Momentum Değişimine Dayalı Açıklama</u> "P=3000(0-30)=-90000 (kamyon), P2=1000(0-80)=-80000 (araba) olduğu için kamyonu durdurmak daha zordur."	3	2,4
	<u>Sadece Momentum Kavramına Dayalı Açıklama</u> "Momentumu büyük olan cismi durdurmak daha zordur."	40	32,3
		45	36,3
	B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
	B1. Momentum Kavramı ile İlgili Yanıt		
	<u>Momentum Değişimi İle Momentumun Karıştırıldığı Durum</u> "Momentumu fazla olan cismin itmesi daha fazla olduğu için durdurmak daha zordur."	22	17,7
	<u>İtmenin Momentuma Eşit Kabul Edildiği Açıklama</u> "Momentum kütle ve hızı bağlıdır ve itmeye eşittir." "Momentumu büyük olan cismi durdurmak daha zordur. Çünkü momentum bir hareketlinin verebileceği itme kuvvetidir." "Momentum= F.Δt'ye eşit olduğu için momentumu büyük olanı durdurmak için daha büyük bir kuvvet uygulanır."	10	8,1
	<u>Momentumun Formülünün Doğru Olmadığı Açıklama</u> "Bir cismi durdurmak hızına göre değişir. Momentumu en yüksek olan daha hızlıdır."	2	1,6
	<u>Momentum ve Kuvvet Kavramına Dayalı Açıklama</u> "Momentum büyüdükçe onu durdurabilmek için daha büyük bir kuvvet gerekir."	1	0,8
	<u>Moment ve Momentum Kavramının Karıştırıldığı Açıklamalar</u> "Momenti daha büyük olduğu için durdurmak zordur."	1	0,8
1	<u>Hız Kavramına Dayalı Açıklama</u> "Momentumu büyük olanın hızda büyük olacağı için durdurmak zordur."	12	9,7
	<u>Sürtünme Kuvvetine Dayalı Açıklama</u> "Cismin durabilmesi için sürtünme kuvveti > momentum olması gerekir."	1	0,8
	<u>Kütle-Ağırlık Kavramına Dayalı Açıklama</u> "Momentum formülünden kütlesi büyük olan cismi durdurmak daha zordur."	2	1,6
		52	41,9
	B2. Momentum Kavramı ile İlgili Olmayan Yanıt		
	<u>İvme Kavramına Dayalı Açıklama</u> "V= a.t' den ivme azalan ise görüldüğü gibi kütleyle ilgisi yok." "a1=Fnet/m=F/3t. Aynı kuvvetle birinciyi durdurmak daha uzun sürede olur."	2	1,6
	<u>Hız Kavramına Dayalı Açıklama</u> "Hız artınca durdurma kuvveti artar. Bu yüzden hızlı olanı durdurmak zordur." "Durdurmak için hızının düşük olması önemlidir."	16	12,9
	<u>Sürtünme Kuvvetine Dayalı Açıklama</u> Kamyonu etkileyen sürtünme kuvveti daha fazla olduğundan durdurmak daha zordur."	1	0,8
1	<u>Kütle-Ağırlık Kavramına Dayalı Açıklama</u> "Kamyonun kütlesi daha fazla olduğu için durdurmak için daha fazla kuvvet harcanması gerekir." "Kütlesi büyük olan aracı durdurmak zordur."	5	4,0
		23	18,6
0	<u>C.Kodlanamaz</u>	4	3,2
	<u>Toplam</u>	124	100

Yukarıdaki Tablo 3.1.4 ise orta öğretim öğrencilerinin aynı sorunun ikinci kısmına verdikleri yanıtların analizini göstermektedir.

Orta öğretim öğrencilerinin 1. sorunun ikinci kısmına yani verdikleri yanıtın nedenini açıklamalarının istendiği bölüme verdikleri yanıtların yukarıdaki analizlerine bakıldığında bilimsel kabul edilebilir yanıtların oranının % 36,3 olduğu görülmektedir. Tam yanıt oranı % 1.6, kısmi yanıt oranı da % 34,7'dir.

Bilimsel kabul edilemez yanıtların oranının bir hayli yüksek olduğunun belirlendiği bu grupta orta öğretim öğrencileri de aynen yüksek öğretim öğrencileri gibi "momentum değişimi" ile "momentum" kavramlarını karıştırmaktadır. Bu öğrencilerinin %32,3'ü "momentumu büyük olan cismi durdurmak daha zordur." Şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu şekildeki açıklamalar bilimsel kabul edilebilir yanıtların kısmi yanıt kategorisinde değerlendirmeye alınmıştır. Aşağıda 2, 3, 5, 11, 12, 14, 17, 20, 25, 27, 47, 48, 53, 58, 59,.. kod numaralı öğrencilerin kullandıkları ifade görülmektedir.

"Momentumu daha büyük olduğu için kamyonu durdurmak daha zordur."
(Öğrenci 2)

Öğrencilerin % 32,3'ünün momentumu büyük olduğu için kamyonu durdurmanın daha zor olduğunu savundukları, momentum değişiminin itmeye eşit olduğunun ve itmesi büyük olanın da daha zor duracağını farkında olmadıkları görülmektedir.

Öte yandan açıkça İtmenin momentuma eşit olduğunu söyleyen öğrenci oranı ise % 8.1'dir.

"Momentum, kütle ve hıza bağlıdır ve itmeye eşittir." (Öğrenci 6, 9)

"Momentumu büyük olan cismi durdurmak daha zordur. Çünkü momentum bir hareketlinin verebileceği itme kuvvetidir." (Öğrenci 8)

veya

“Momentum=F. Δt’ye eşit olduğu için momentumu büyük olanı durdurmak için daha büyük bir kuvvet uygulanır.” (Öğrenci 98)

“Momentumu fazla olan kamyonun itmesi daha fazla olur. Kamyonun momentumu daha fazla olduğu için durdurmak zordur.” (Öğrenci 28)

şeklindeki ifadeler öğrencilerin itme ile momentumu birbirine eşit kabul ettiklerini göstermektedir. Yani öğrencilerin bir kısmı “momentum değişimi itmeye eşittir.” bilgisine sahip değildir ve itmeyi momentuma eşit kabul eden grubu da momentum değişimini momentumla eşit kabul eden gruba dahil edersek toplam olarak % 58.1 oranında momentum değişiminin itmeye eşit olduğunun farkında olmayan öğrenci grubu ortaya çıkmaktadır.

Orta öğretim öğrencilerinin sorunun ikinci kısmına verdikleri yanıtların analiz tablosu incelenmeye devam edilirse göze çarpan diğer bir durumda öğrencilerin toplam % 22.6’ sının hız kavramına dayalı bilimsel kabul edilemez bilgiye sahip olmalarıdır. Hız kavramına dayalı açıklama yapan öğrencilerin % 9.7’si momentum ile ilgili bilimsel kabul edilemez açıklamada bulunmuşlardır. Örneğin;

“Hız arttıkça durdurmak zor olur. Kütleyle bağlı değildir.” (Öğrenci 19)

“Kütlesi az olmasına rağmen hızı yüksek olan araç duramaz.” (Öğrenci 4)

“Hem kütlesi küçük hem de hızı büyük olduğu için arabayı durdurmak daha zordur.” (Öğrenci 30)

“Momentumu büyük olanın hızı da büyük olacağı için durdurmak zordur.” (Öğrenci 112)

açıklamalarında görüldüğü gibi öğrenciler momentumun sadece hıza bağlı olduğunu kütlelenin bir etkisi olmadığını düşünmektedirler.

Orta öğretim öğrencilerinin %12.9’luk diğer kısmında hız kavramını kullanmış fakat momentum ile ilgili olmayan bilimsel kabul edilemez açıklamalarda bulunmuşlardır. Örneğin,

“Daha hızlı olduğu için arabayı durdurmak zordur.” (Öğrenci 9)

“Durdurmak için hızının düşük olması önemlidir.” (Öğrenci 7)

ifadelerinden öğrencilerin sadece hıza bağılı açıklamalarda buldukları ve bunu momentumla ilişkilendirmedikleri görülmektedir. Yani öğrenciler kamyonu momentum değişimi büyük olduğu için değil hızı büyük olduğu için durdurmak zordur sanmaktadırlar.

Hem yüksek öğretim hem de orta öğretim öğrencilerinin 1. soruya verdikleri yanıtların analizine göre her iki grupta da büyük oranda momentum değişiminin momentumla karıştırıldığı saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerin büyük bir çoğunluğu momentumun kütle ve hızın çarpımına eşit olduğu bilgisini kullanarak soruyu yanıtlamışlardır. Burada tespit edilen temel yanlışın momentumla eşit kabul edilmesi ve momentum değişim ile momentumun karıştırılmasıdır.

Bir sonraki başlıkta momentumun korunumu ilkesi ile ilgili araştırma analizleri yer alacaktır.

3.2 Momentumun Korunumu ile ilgili Soruların Analizi

Bu bölümde momentumun korunumu ile ilgili olarak yüksek öğretim ve orta öğretim öğrencilerine ayrı ayrı sorular sorulmuştur.

Aşağıdaki soru yüksek öğretim öğrencilerinin momentumun korunumu yasası ile ilgili kavramsal anlamalarını ölçmek amacıyla hazırlanmış bir sorudur. Gerek sorunun zorluk derecesi gerekse iki gruptaki öğrencilerin seviyelerinin farklı olması nedeniyle orta öğretim öğrencilerine bu konu ile ilgili farklı bir soru yöneltilmiştir.

Soru 2-Y: Sürtünmenin önemsiz olduğu bir ortamda başlangıçta biri durgun iki cisim çarpışırsa çarpışmadan sonra ikisinin de durması mümkün müdür?

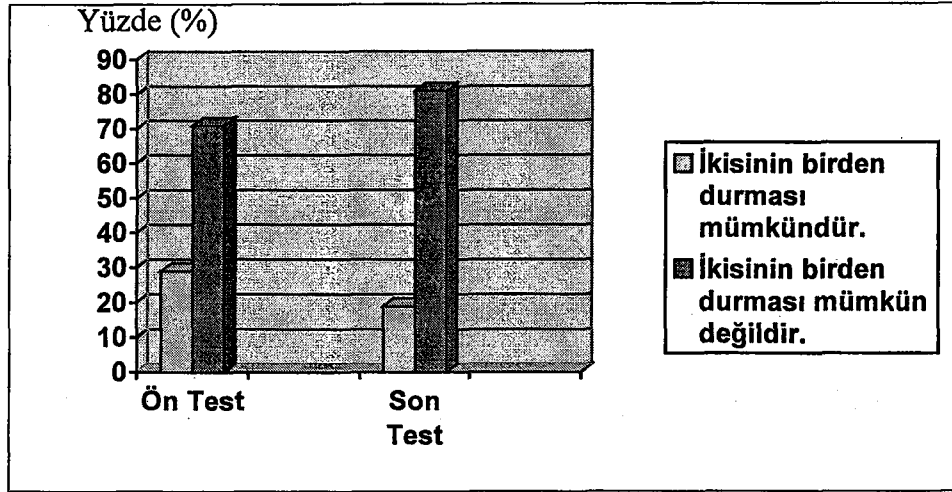
Verdiğiniz yanıtın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

Yüksek öğretim öğrencilerine yöneltilen soruya bakıldığında başlangıçta belli bir hızı olan cismin durgun bir başka cisme çarptığı ve bunun sonucunda ikisinin de durmasının mümkün olup olmadığı sorulmuştur. Eğer öğrenciler momentumun korunumu yasasını doğru olarak biliyorlarsa “momentumun korunumu yasasına göre ikisi birden duramaz” açıklamasını temel alacak ifadeler kullanmalıydılar.

Aşağıdaki Tablo 3.2.1 ve şekil 3.2.1’te yüksek öğretim öğrencilerinin sorunun ilk kısmına verdikleri yanıtların nicel analiz sonuçlarının tablo ve grafik olarak gösterimi görülmektedir.

Tablo 3.2.1: Sorunun ilk kısmına yüksek öğretim öğrencilerinin verdikleri yanıtların yüzdesi

Yanıtlar	Ön Test Frekans (%)	Son Test Frekans (%)
A) Evet mümkündür.	29	19
B) Hayır mümkün değildir.	71	81
C) Yanıtsız	0	0



Şekil-3.2.1 Momentumun korunumu ile ilgili yüksek öğretim öğrencilerine yöneltilen sorunun ilk kısmına verilen yanıtların grafik gösterimi

Sorunun ilk kısmına yüksek öğretim öğrencilerinin %71'i ön testte, % 81'i de son testte "ikisinin de durması mümkün değildir" yanıtını vermişlerdir. Verdikleri yanıtların nedeninin sorulduğu ikinci kısımdaki açıklamalarının nitel analiz tablosu aşağıdaki Tablo 3.2.2'te sunulmuştur.

Tablo 3.2.2: Yüksek öğretim öğrencilerinin momentumun korunumu ile ilgili soruya verdikleri yanıtların analizi

Seviye	Yanıt Türleri	Ön Test		Son Test	
		N	%	N	%
	A. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar				
3	A1. Tam yanıt				
	Olaya etki eden herhangi bir dış kuvvet olmadığı bütün durumlarda momentum korunur. Bu nedenle cisimlerin ikisinin birden durması mümkün değildir.	0	0	3	3,4
2	A2. Kısmi Yanıt				
	<u>Sadece Momentum Korunumuna Dayalı Açıklama</u> "Ortamda momentum vardır ve bu korunur. Her ikisinin de durması bu yüzden mümkün değildir."	5	5,6	21	23,6
		5	5,6	24	26,9
1	B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar B1. Momentum Kavramı ile İlgili Yanıt <u>Momentumun Ortamda Bir Kuvvet Varken de Korunacağı İfadesi</u> "İki cisimde birden durgun kalmaz. Çarpan cismin belli bir hızı ve momentumu vardır. Momentum sürtünmeli ortamda da sürtünmesiz ortamda da daima korunur."	1	1,1	0	0

Tablo 3.2.2' nin devamı

Sadece Momentum Kavramı İle İlgili Açıklama "İkisinde belirli bir momentuma ulaşır fakat momentumları hiçbir zaman bitmez." "Momentumları eşit olursa birbirlerini nötrleyebilir." "Hareketli cismin momentumu iki cisim tarafından paylaşılır." "Çarpın cisiin momentumunu ikincisine aktararakbir süre sonra kendisi dururken diğeri hızlanmaya başlar ve önüne bir etki çıkmadığı sürece hızlanarak devam eder." "Hareketli cismin momentumu durgun cismi harekete geçirecek büyüklüğe sahip değilse durur. Mesela bir bisiklet durgun bir arabaya çarparsa ikisi de durur."	6	6,7	10	11,2
İtme Kavramına Dayalı Açıklama " Birbirlerine yaptıkları itme sonucu sabit bir hız kazanırlar."	3	3,4	1	1,1
Moment ve Momentum Kavramının Karıştırıldığı Açıklama "Hızlı olan momenti azalır ve çarpışma sonunda bu moment ikisinde eşitlenir ve sonuçta moment sıfır olabilir." "Sürtünme olmadığından durgun cisme uygulanan moment bir şekilde açığa çıkmalı. Bu da hız olarak açığa çıkar."	1	1,1	3	3,4
Esnek Çarpışma Kavramına Dayalı Açıklama " Çarpışma esnek olmayan çarpışma bile olsa birlikte hareket ederler ancak drmazlar."	4	4,5	2	2,3
Kuvvet Kavramı İle İlgili Açıklamalar " Hareketli cismin durgun cisme uyguladığı itme kuvveti cismi hareket ettirmelidir. Sürtünme yok çünkü."	4	4,5	2	2,3
Enerji Kavramına Dayalı Açıklama " İkinci cismin belli bir hızı ve yüksek bir enerjisi var. Bu enerjiyi durgun haldeki cisme aktarır. Durgun haldeki enerji kazanır ve hızı olan cisim ona bir itme uygular."	2	2,2	0	0
Eylemsizlik Kavramı ile Yapılan Açıklama " Biri durgun halde olduğu için durma eylemini sürdürmek isteyecektir ama hareket halinde olanda hareketini devam ettirmek isteyecektir. Durgun olanda diğeri tarafından harekete geçirilir ve momentum değeri kazanır."	0	0	1	1,1
Hız Kavramına Dayalı Açıklama "hızı olan cisimden doğayı hızı olan cisim karşı cisimde bir hız kazandırırve o cisimde bir momentum kazanır."	0	0	1	1,1
	22	24,7	21	23,6
B2. Momentum Kavramı ile İlgili Olmayan Yanıt				
Enerji Kavramına Dayalı Açıklama " Çarpışmadan sonra hareketli olan durgun olana enerji aktaracak enerji kaybolmayacağına göre ikisi de duramaz."	18	20,2	11	12,4
Hız Kavramına Dayalı Açıklama "Cisimlerden bir tanesi hızı sahiptir ve bu hızı ya karşıdakine transfer eder ya da korur." " İkisinin de durması mümkün değildir. Hız paylaşılır."	5	5,6	4	4,5
Kütle-Ağırlık Kavramına Dayalı Açıklama "Mümkündür. Kütleye bağlı olarak değişir bu mümkünlük." "Eğer durmakta olan cismin kütlesi diğerinden çok büyükse durması mümkündür."	7	7,9	3	3,4
Kuvvet Kavramı İle İlgili Açıklamalar "Sürtünme önemsiz olduğu için durgun olmayan cisimdeki kuvvet kaybolmaz ve bu kuvvet durgun cismi de hareket ettirir." "Hareketli cismin bir kuvveti vardır çarpışmadan sonra bu kuvvet yok olmayacağı için cisimlerden en az biri hareket kazanır."	23	25,8	20	22,5
Etki-Tepki "Çarpışmadan sonra iki cisminde durması mümkün olabilir. Duran cisme çarpın cisim etki tepkiden dolayı cisme çarptıktan sonra biraz uzaklaşıp durabilir."	2	2,3	1	1,1
İvme "İkisinin de durması mümkündür. Hareketli cismin ivmesi durgun cisme çarptıktan sonra sıfıra eşit olur ve cisim durabilir."	2	2,3	0	0

Tablo 3.2.2' nin devamı

	C. Sezgisel Yanıtlar	6	6,7	5	5,6
0	D.Kodlanamaz	0	0	1	1,1
		62	69,7	44	49,4
	Toplam	89	100	89	100

Yukarıdaki Tablo 3.2.2 incelendiğinde ön testte bilimsel kabul edilebilir yanıt oranı % 5,6'dır. Ancak bilimsel kabul edilebilir yanıtlar arasında tam yanıtla rastlanmamıştır. Son testte ise % 26,9 oranında bilimsel kabul edilebilir açıklamalar olduğu tespit edilmiştir. Ön testle son test arasında böyle fark olması yüksek öğretim öğrencilerinin cisimlerin momentumun korunumun ilkesine bağlamakla konunun öğretimi esnasında kısmen de olsa öğrendiklerini gösterir. Kısmen öğrenmenin olduğunun en bariz göstergesi son testte tam yanıt oranının % 3.4 olması ve kısmi yanıt veren öğrencilerin momentumun ortamda dış bir kuvvet olsa da olmasa da korunacağını zannetmeleridir. Oysa ortamda başka bir kuvvet olduğu zaman momentum korunmaz, değişir.

Kuvvet kavramına dayalı bilimsel kabul edilemez yanıtların oranı ön testte % 30.3, son testte ise % 24.8'dir. Kuvvet kavramının geçtiği bilimsel kabul edilemez yanıtların momentumla ilgili olanlarının ön test oranı % 4.5, son test oranı ise %2,3'tür. Kuvvet kavramına dayalı açıklamaların ön testte % 25.8'i son testte ise % 22,5'i momentum kavramı ile ilgili olmayan bilimsel kabul edilemez yanıtlar alt kategorisinde yer almıştır.

Kuvvet kavramına dayalı açıklamalarda bulunan öğrencilerin açıklamaları incelendiğinde öğrencilerin bir kısmının belli bir hızı olan cismin hızından dolayı kuvveti olduğu yanlışlığına sahip oldukları gözlenmiştir. Buna örnek olarak 3, 8 ve 11 kod numaralı öğrencilerin ifadesi gösterilebilir.

“ Hareket eden cisim diğer cisme kuvvet uygular hareket etmek zorunda kalır. Ama ikisi de eşit hızlarla birbirlerine çarparsa dururlar.” (Öğrenci 8)

“Sürtünme önemsiz olduğu için durgun olmayan cisimdeki kuvvet kaybolmaz ve bu kuvvet durgun cismi de hareket ettirir.” (Öğrenci 3)

“ Hareketli cismin bir kuvveti vardır çarpışmadan sonra bu kuvvet yok olmayacağı için cisimlerden en az biri hareket kazanır.” (Öğrenci 11)

3, 8 ve 11 kod numaralı öğrencilerin açıklamalarından hareket halindeki cisimlerin bir kuvvet taşıdığını zannettikleri sonucu çıkarılmaktadır.

Öğrencilerin kuvvet kavramının geçtiği diğer açıklamaları incelendiğinde genellikle sürtünme kuvveti olmayınca cisimlerin durmayacaklarını ifade ettikleri göze çarpmaktadır. Örneğin aşağıdaki öğrenci ifadeleri incelendiğinde bu durum görülmektedir.

“Sürtünme olmadığı için kazandıkları hızla sabit hızlı olarak hareket ederler.” (Öğrenci 5)

“Sürtünme olmadığından durmazlar.” (Öğrenci 18)

“Sürtünme kuvveti olmadığından cisimler sabit hızla yollarına devam ederler.” (Öğrenci 32)

Öğrencilerin yukarıdaki açıklamaları incelendiğinde başlangıçta belli bir hıza sahip olduğu için çarpışma sonrası sürtünme olmayınca cisimlerin bu hızlarını kaybetmeyeceklerini düşündükleri ve bu nedenle ikisinin birden durmasının mümkün olmayacağı görüşüne sahip oldukları görülmektedir. Yani öğrencilerin bir kısmı momentumun korunumu ilkesine göre çarpışmadan önceki momentum çarpışmadan sonraki momentuma eşit olacağından ikisinde durmasının mümkün olmadığı bilgisini bilmemektedirler.

Yüksek öğretim öğrencilerinin ön test ve son test analizlerini desteklemek amacıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde de momentumun korunumu ile ilgili sorularda kuvvet kavramına dayalı açıklamada bulunan öğrencilere

rastlanmıştır. Örneğin Fenbilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencisi olan 22 kod numaralı öğrenciye momentumun korunumu ile ilgili bir soru yöneltildiğinde aşağıdaki açıklamaları yapmıştır;

A: *Uzayın derinliklerinde boşlukta durmakta olan bir astronot kendisine fırlatılan bir topu tutuyor. Astronot ne olmasını beklersin?*

Öğrenci 22: *Boşlukta yerçekimi olmadığına göre hiç birşey olmaz herhalde.*

A: *Biraz daha açar mısın?*

Öğrenci 22: *Yerçekimi olmadığı için pek bir kuvvet uygulanmaz topu tutar olduğu yerde durur.*

Öğrenci 22 bu soruya yanıt olarak yerçekimi kuvveti kavramını kullanarak açıklama getirmiştir ve momentumun korunması ile ilgili herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Öğrenci 22'nin momentumun korunumu ile ilgili herhangi bir açıklamada bulunmasını ve momentumun korunumu ile ilgili fikirlerini ortaya çıkarmak amacıyla ikinci bir soru daha yöneltilmiştir.

A: *Peki hemen hemen çok sert olan bilardo topları çarpıştığında momentum korunur. Süngerimsi yumuşak objeler çarpıştığında da momentum korunur mu?*

Öğrenci 22: *uum, şey, momentum neydi? Kütle çarpı hızı. Kütleleri ve hızları eşitse momentum korunur.....kinetik enerji.... momentum korunursa zaten kinetik enerjide korunur.*

Öğrenci 22' nin yöneltilen bu ikinci soruya verdiği yanıtta göre momentumun ne zaman korunduğu ne zaman korunmadığı hakkında ikna edici bir bilgiye sahip olmadığı görülmektedir. Öğrenci 22 momentumun korunduğu zaman kinetik enerjinin de korunacağını belirtmiştir. Oysa momentumun korunduğu her zaman kinetik enerji korunmayabilir.

Yine Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerinden olan 60 kod numaralı öğrenciye momentumun korunumu ile ilgili aşağıdaki soru sorulduğunda o da kuvvet

kavramına dayalı açıklamada bulunmuş ve momentumun korunmayacağını söylemiştir.

A: *Hemen hemen çok sert olan bilardo topları çarpıştığında momentum korunur. Süngerimsi yumuşak objeler çarpıştığında da momentum korunur mu?*

Öğrenci 60 *Şimdi şöyle,uu, bunu şöyle cevaplıyayım; bilardo topları birbirine değince çok sert olduklarından dolayı uygulayacakları kuvvet soğurulmaz aynen geri dönerler,umm,hemen hemen yansır, ama süngerimsi topta öyle olmaz. Birbirlerine çarpınca yumuşak olduklarından o kuvveti birazda olsa soğurur sonra hızlarına göre ya geri dönerler ya da dönmezler.*

A: *Yani sonuç olarak ne diyosun? Korunur mu?*

Öğrenci 60: *Hayır korunmaz diyorum.*

Öğrenci 60'a yöneltilen bu soruda herhangi bir dış kuvvetin varlığından söz edilmemiştir. Buna rağmen öğrenci 60 momentumun korunmadığını söylediğinden momentumun korunumu ilkesi ile ilgili eksik bilgiye sahip olduğu söylenebilir.

Momentumun korunumu ile ilgili analiz tablosu incelendiğinde yüksek öğretim öğrencilerinin büyük bir çoğunluğunun da enerji kavramını kullanarak açıklamalarda buldukları görülmektedir. Enerji kavramına dayalı açıklamaların oranı ön testte toplam % 22.4, son testte ise toplam %12.4'tür.

Ön test ve son testteki açıklamalarına bakıldığında bu öğrencilerin hemen hemen hepsinin enerjinin kaybolmayacağı ilkesinden yola çıkarak iki cisminde durmayacağını söyledikleri belirlenmiştir. Ortamda sürtünme olmadığı için enerji kaybı olmayacağından dolayı böyle bir açıklama doğru kabul edilebilir. Ancak bu öğrenciler açıklamalarını momentumun korunumu ile ilgili herhangi bir tabana dayandırmadıklarından ve bu araştırmada momentum ile ilgili bilgileri araştırdığından soruda cisimlerin enerjisi ile ilgili bir veri olmadığı halde enerji ile

ilgili açıklama yapan öğrencilerin momentumun korunumu yasasını bilmedikleri söylenebilir.

Aşağıda yüksek öğretim öğrencilerinin ön test ve son testte momentumun korunumu ile ilgili soruya verdikleri yanıt örnekleri görülmektedir;

“Çarpışmadan sonra hareketli olan durgun olana enerji aktaracak enerji kaybolmayacağına göre ikisi de duramaz.” (Öğrenci 14)

“Enerji aktarımı olduğu için çarpan durur, çarpılan duramaz.” (Öğrenci 15)

“Sistemin enerjisi var sürtünmesi yoksa iki cisminde durması olanaksızdır. Enerji kaybolmaz.” (Öğrenci 31)

“Çarpışma sırasındaki enerji ile araç (yani duran araç) harekete geçer.” (Öğrenci 36)

“Sürtünme yok ve çarpan cisim enerjisini diğerine aktardığında durgun olan bir kinetik enerji ile harekete geçer.” (Öğrenci 45)

“Hiç bir zaman (sürtünme yoksa) enerji yoktan var edilemez vardan yok edilemez. Çarpan cismin bir enerjisi vardır. Bu enerji doğrultusunda hareket ederler.” (Öğrenci 81)

“İkisinininde durması mümkündür. Hareketli olan cismin enerjisi durgun haldeki cismi hareket ettirecek enerjiye sahip olmayabilir.” (Öğrenci 66)

66 kod numaralı öğrenci haricindeki bütün öğrenciler enerjinin korunacağını bu nedenle ikisinin birden durmasının mümkün olmayacağını belirtmişlerdir.

Momentumun korunumu ilkesi ile ilgili yarı yapılandırılmış görüşmede öğrenci 14 kod numaralı öğrenciye 22 kod numaralı öğrenciye yöneltilen soru sorulduğunda öğrenci 14, enerji kavramına dayalı açıklamada bulunmuştur.

A: *Uzayın derinliklerinde boşlukta durmakta olan bir astronot kendisine fırlatılan bir topu tutuyor. Astronota ne olmasını beklersin?*

Öğrenci 14: *Topun belli bir kinetik enerjisi var. Kinetik enerjinin doğrultusu yönünde geriye gitmesini beklerim.*

A: *Neden?*

Öğrenci 60: *Kinetik enerjinin belli bir yönü var ve hareket enerjisi var o enerjiyi emmesini beklerim. Emmesi doğrultusunda da o kuvvetin yönünde de hareket etmesini beklerim.*

Öğrenci 14' de momentumun korunumu ilkesini temel alan açıklamada değilde enerji kavramı ile ilgili açıklamada bulunmuştur. Bu durum öğrencilerin bir kısmının momentumun korunumu ilkesinin ne olduğunu bilseler bile bu ilkeyi özümsemedikleri için hangi durumda ya da hangi soru içeriğinde kullanmaları gerektiğini ayırt edemediklerini göstermektedir.

Yüksek öğretim öğrencilerinin % 6.7'si ön testte, % 11.2'si son testte momentum kavramına dayalı olan ancak bilimsel olarak kabul edilemez nitelikte açıklama yapmışlardır. Son testte momentum kavramına dayalı açıklama oranının artması öğrencilerin konu öğretimi sırasında momentumla ilgili fikir sahibi oldukları görüşünü uyandırmaktadır. Bununla birlikte bu bilgi yetersiz kalmakta daha üst düzeyde bir davranış olan momentumun korunumu prensibinin kavranmadığı dikkati çekmektedir. Örneğin;

İkisinin de durması mümkün değildir. İkisi de belirli bir momentuma ulaşır fakat momentumları hiç bir zaman bitmez. (Öğrenci 84)

İkisinin de durması mümkündür. Momentumlar eşit olursa birbirini nötrleyebilir. (Öğrenci 49)

Her ikisinin momentumu birbirine eşit ve zıt yönlü ise ikisi de durur. (Öğrenci 30)

Çarpan cismin momentumunu ikincisine aktararak bir müddet sonra kendisi dururken diğeri hızlanmaya başlar ve önüne bir engel çıkmadığı sürece hızlanarak gider. (Öğrenci 70)

İkisinin de durması mümkündür. Momentumun korunumu yasası vardır. Duran cisim kütlece daha büyükse diğerini de durdurur. (Öğrenci 7)

Yüksek öğretim öğrencilerin yukarıdaki açıklamalarından momentum kavramı ile ilgili birşeyler bilselerde bu bilgilerinin bilimsel pek bir anlamı olmadığı ve yanlış olduğu tespit edilmiştir. Böyle bir sonucu “momentumun bitmesi” ve “momentumlar eşit olursa birbirini nötrleyebilir” ifadelerinden anlıyoruz.

Momentumun korunumu ile ilgili görüşme sorularına 14,25,4,30,39,36 ve 43 kod numaralı öğrencilerin verdikleri diğer yanıtlarda aşağıda sunulmuştur.

A: *Hemen hemen çok sert olan bilardo topları çarpıştığında momentum korunur. Süngerimsi yumuşak objeler çarpıştığında da momentum korunur mu?*

Öğrenci 14: *hımm, bence korunmaz yaa,*

A: *Neden?*

Öğrenci 14: *Aralarında büyük bir etkileşim olur, sürtünme kuvveti olur. Bu yüzden korunmaz.*

Öğrenci 14 araştırmacı tarafından yöneltilen soruya momentumun korunumu ile ilgili dikkate değer bir yanıt vermemiş olup momentumun korunumu ile ilgili geçerli bir bilgiye sahip olmadığı görülmektedir.

Öğrenci 25: *Korunmaz herhalde.*

A: *Peki nedenini açıklar mısın?*

Öğrenci 25: *Çünkü sert yüzeyde etkiye tepki olayı meydana gelecek ama yumuşak yüzeylerde bir birine çarptığında onların yan yana durma özelliğinde var. Yani onu düşünürsek korunmaz herhalde.*

Aynı soruya öğrenci öğrenci 25'de öğrenci 14 gibi momentum korunmaz şeklinde yanıt vermiştir.

Öğrenci 4: *Korunmaz. Momentumun korunması için cisimlerin esnek çarpışma yapması lazım, bilardo topları tam esnek çarpışma yaptıkları için momentum korunur.*

A: *Peki süngerimsi yumuşak objeler için ne söylersin?*

Öğrenci 4: *Süngerimsi objeler çarpışınca şekil değişikliği olduğu için momentum korunmaz. Bu şekil değişikliği yapanda...burda bir iş yapılıyor onun için onun momentumu işten dolayı oraya aktarılıyor, şekil değişikliğine aktarılıyor, onun için korunmuyor.*

Öğrenci 30: *Korunmaz gibi geliyo.*

A: *Neden?*

Öğrenci 30: *Çünkü emicek ya kuvveti. Arabada çarpınca tampon içe göçüyo korunmuyo ya onun gibi.*

A: *Peki momentumun korunup korunmaması neye bağlı?*

Öğrenci 30: *Esnek çarpışma esnek olmayan çarpışma vardı ama..şeyy, ya! Cismin şeklinde bozulma olmuyosa korunur, şekli bozuluyosa korunmaz.*

Yukarıda görüşmecinin momentumun korunumu ile ilgili sorduğu soruya öğrenci 30 ve öğrenci 4 esnek ve esnek olmayan çarpışmalardan yola çıkarak yanıt vermişlerdir. Bu çalışma da çarpışmalar konusu araştırılmamış olsa da öğrencilerin esnek ve esnek olmayan çarpışmalar ile ilgili olarakta pek sağlıklı bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir.

Öğrenci 36: *Şekli değiştiği için korunmaz.*

Öğrenci 43: *Korunmaz.*

A: *Neden?*

Öğrenci 43: *uum, şimdi bunlar dışı yumuşak ya, u, cismin şeklinden dolayı yani dışında sert bir tabaka omadığından çarpışma esnasında enerji değişimleri eşit olarak dağılmıyo diyorum yani.*

A: *Yani o nedenle mi korunmaz diyosun?*

Öğrenci 43: *Evet.*

Öğrenci 36 ve öğrenci 43 de öğrenci 30 ve öğrenci 4 gibi süngerimsi yumuşak objelerin şeklinin değiştiğini bu nedenle momentumun korunmayacağını söylemiştir. Oysa süngerimsi yumuşak objeler çarpıştıktan sonra tekrar eski şekillerine dönerler.

Çok sert bilardo topları sorusunun yöneltildiği 8 öğrenciden 6 tanesi momentum korunmaz demiştir. Momentumun korunumu yasası ile ilgili soruya yüksek öğretim öğrencilerinin % 94,4'ü ön testte, % 73,1'i son testte bilimsel kabul edilemez yanıtlar vermişlerdir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden ve kavram testlerinden elde edilen sonuçlara göre yüksek öğretim öğrencilerinin momentumun korunumu yasasını tam olarak özümsemedikleri görülmektedir.

Aşağıda orta öğretim öğrencilerine momentumun korunumu yasası ile ilgili olarak yöneltilen soru ve sorunun analizi yer almaktadır.

Soru 2-O: Uzayın derinliklerinde boşlukta durmakta olan bir astronot kendisine fırlatılan bir topu tutuyor. Astronota ne olmasını beklersiniz?

Verdiğiniz yanıtın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

Orta öğretim öğrencilerine uzayın derinliklerinde durmakta olan astronota fırlatılan top sorusu ile momentumun korunumuna dayalı açıklamalarda bulunup bulunmayacaklarını tespit etmek amaçlanmıştır.

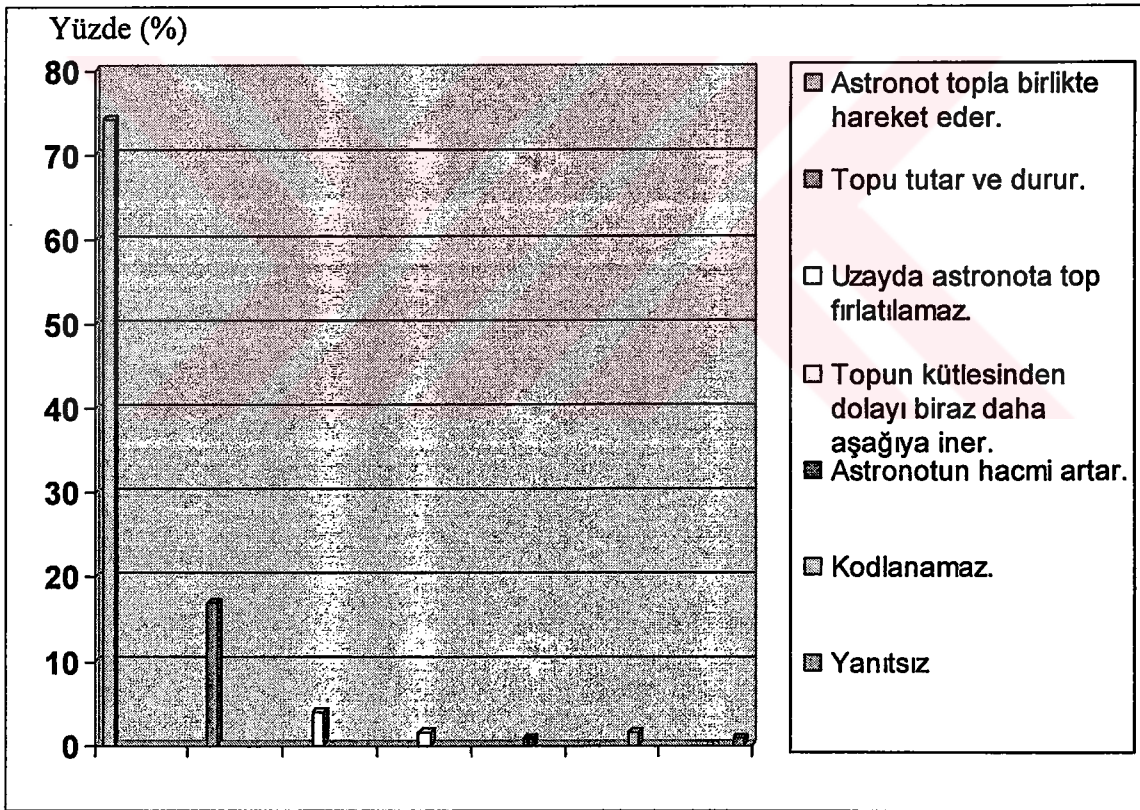
Öğrencilerin bu soruya “ortamda sürtünme kuvveti veya herhangi bir dış kuvvet olmadığından momentum korunacağı için astronot topa birlikte topun geldiği yönde hareket eder” şeklinde bir yanıt vermeleri beklenmektedir.

Sorunun analizi iki kısımda ele alınmış ilk kısımda astronota ne olmasını bekledikleri ile ilgili yanıtların nicel analizi ikinci kısımda ise bunun nedenini açıklamalarının istendiği nitel analiz yapılmıştır.

Aşağıdaki Tablo 3.2.3’te orta öğretim öğrencilerinin uygulanan kavramsal anlama testindeki momentumun korunumu ile ilgili olan 2. sorunun ilk kısmına verdikleri yanıtların yüzdelik cinsinden frekans değerleri görülmektedir.

Tablo 3.2.3 Orta öğretim öğrencilerinin momentumun korunumu ile ilgili sorunun ilk kısmına verdikleri yanıtların analizi

Yanıtlar	N	Kavram Testi Frekans (%)
Astronot topla birlikte hareket eder.	92	74,2
Top astronota etki etmez topu tutar ve durur.	21	16,9
Uzayda astronota top fırlatılamaz.	5	4
Topun-kütlesinden dolayı biraz daha aşağıya iner.	2	1,6
Astronotun hacmi artar.	1	0,8
Kodlanamaz	2	1,6
Yanıtsız	1	0,8



Şekil 3.2.2 Momentumun korunumu ile ilgili orta öğretim öğrencilerine yöneltilen sorunun birinci kısmına verilen yanıtların yüzdelerinin grafik gösterimi

Tablo 3.2.3 ve Şekil 3.2.2’te görüldüğü üzere orta öğretim öğrencilerinin % 74,2’si astronotun topla birlikte hareket edeceğini, % 16,9’u topun astronota bir etkisinin olmadığını topu tutup sabit olarak duracağını, % 4’ü de uzayda astronota top fırlatılamayacağını yani topun astronota ulaşamayacağını belirtmişlerdir.

Uzayda herhangi bir sürtünme kuvveti olmadığı için momentumun korunumu yasasına göre topu tutan astronotun topla birlikte hareket etmesi yanıtı doğru bir yanıtır. Sorunun ilk kısmına doğru yanıt veren öğrenci oranı % 74,2 olarak tespit edilmiştir. Orta öğretim öğrencilerinin bu doğru yanıtı sezgisel olarak mı yoksa sorunun bilimsel kabul edilebilir yanıtını bildikleri için mi verdiklerini irdelemek için sorunun nitel analizine geçilmiş ve öğrencilerin yanıtları kategorilere ayrılarak Tablo 3.2.4 oluşturulmuştur.

Tablo 3.2.4 Orta öğretim öğrencilerinin momentumun korunumu ile ilgili 2. soruya verdikleri yanıtların analizi

Seviye	Yanıt Türleri	Kavramsal Anlama Testi	
		N	%
	A. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar		
3	Tam yanıt		
	<i>“Astronot topu tuttuktan sonra uzayda sürtünmede olmadığından ve topun ilk başta sahip olduğu momentumundan dolayı topla birlikte ortak bir hızda hareket eder. (momentumun korunumu yasası) Fakat son hızları topun ilk hızından küçüktür.”</i>	8	6,5
2	Kısmi Yanıt		
		0	0
		8	6,5
1	B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
	B1. Momentum Kavramı ile İlgili Yanıt		
	Momentum kavramı ile ilgili Açıklama <i>“Astronot topun kütlesi ve hızının çarpımı kadar momentum sahibi olur. Dolayısıyla top ile astronot momentum etkileşimi içine girer. Astronot topun hızı dolayısıyla ve kendi kütlesi dolayısıyla biraz hareket eder.”</i> <i>“Astronot topun kütlesi ve hızının çarpımı kadar momentum sahibi olur.”</i> <i>“Topun momentumu değişmez. Çünkü m.V sabit. Astronot geriye düşer.”</i>	21	16,9
	İtme ile ilgili Açıklama <i>“Cismin sahip olduğu itme ile boşluğa düşebilir.”</i> <i>“Astronotun geriye gitmesini beklerim. Çünkü top astronota bir itme uygular.”</i>	8	6,5
	Çarpışmalar ile ilgili Açıklama <i>“İkisi birlikte uçar. Çünkü esnek olmayan bir çarpışma gerçekleşir.”</i>	1	0,8

Tablo 3.2.4' ün devamı

	<u>Kütle ve Hızla İlgili Açıklama</u> " Topun kütlesi vardır. Belli bir hızda kazandırılınca uzayda sabit hızla gitmeye başlar. Astronot bunu tutunca topla birlikte ama daha düşük bir hızla gitmeye devam eder. Çünkü topun kütlesine astronotun kütleside eklenmiştir."	2	1,6
		32	25,8
	B2. Momentum Kavramı ile İlgili Olmayan Yanıt		
	<u>Hız ile İlgili Açıklama</u> " Topun hızı astronota geçer. Belli bir hızla gelen top sabit duran astronot tarafından tutulur." " Astronot topun hızını kendisine alır. Bu yüzden geriye doğru gider." " Bir şey olmaz. Çünkü hava boşluğu olduğu için yerçekimi olmadığı için topun belirle bir hızı olmaz." " Astronot topun hızıyla biraz daha yükselir. Çünkü top belli bir hızla gelmektedir. Belli bir yol aldıktan sonra ikisi de beraber durur."	24	19,4
	<u>Enerji ile İlgili Açıklama</u> "Havada hiçbir direnç olmadığından topun sahip olduğu enerji astronota geçer ve astronot daha yavaş hızla topun gittiği yönde gider."	3	2,4
	<u>Kuvvet-Sürtünme Kuvveti ile İlgili Açıklama</u> " Astronot sabit bir biçimde durmaktadır. Top astronota belirli bir kuvvet ile atılıyor. Bu yüzden astronot bulunduğu konumdan yer değiştiriyor." "Topun fırlatıldığı yöne doğru topla astronot o yöne doğru giderler. Nedeni topun astronota uyguladığı kuvvettir."	7	5,7
	<u>Yerçekimi ile İlgili Açıklama</u> "Uzayda yer çekimi olmadığı için top astronota etki etmez." " Yerçekiminin olmadığı bir yerde top astronota kadar gidemez." "Hiç bir çekim ve sürtünme ortamı bulunmadığından topun astronota normalden büyük bir etki yapmasını bekleriz."	22	17,7
	<u>Kütle ve Ağırlıkla İlgili Açıklama</u> "Cismin kütlesinin bir etkisi olduğundan biraz daha aşağıya boşluğa düşecektir." " Hiç birşey olmaz çünkü topun ağırlığı boşlukta yok gibidir."	3	2,4
	<u>B3Sezgisel Yanıtlar</u> " Astronot atılan topla birlikte yer değiştirme hareketi yapar."	22	17,7
		81	65,3
0	<u>C.Kodlanamaz</u>	2	1,6
	<u>D.Yanıtsız</u>	1	0,8
	<u>Toplam</u>	124	100

Momentumun korunumu ilkesi ile ilgili 2. sorunun ilk kısmına verilen doğru yanıt oranı % 74.2 de olsa orta öğretim öğrencilerinin sadece % 6,5'i bilimsel kabul edilebilir açıklamada bulunmuşlardır. Tam yanıt veren öğrenci sayısı ise sadece 8 dir. Bu bakımdan orta öğretim öğrencilerinin momentumun korunumu yasasını tam olarak kavrayamadıkları tespit edilmiştir.

Bu grupta öğrencilerin % 16,9'u momentum kavramını tek başına içeren bilimsel kabul edilemez açıklamalarda bulunmuşlardır. % 16,9'luk kısmı oluşturan öğrenci açıklamalarına bakıldığında aşağıdaki ifadeler gözlenmiştir.

“Astronot topun kütlesi ve hızının çarpımı kadar momentum sahibi olur. Dolayısıyla, top ile astronot momentum etkileşimi içine girer. Astronot topun hızı dolayısıyla ve kendi kütlesi dolayısıyla biraz hareket eder. (Öğrenci 3)

“Uzaydaki topun ve astronotun ağırlıkları (kütleleri) olmadığından momentumları yoktur. Bu yüzden astronota bir şey olmaz. (Öğrenci 7)

Öğrenci 7 momentumun korunumu ile ilgili herhangi bir doğru açıklamada bulunmamakla birlikte kütle ve ağırlık kavramlarını da karıştırdığından momentumlarının olmadığı iddia etmektedir.

Öte yandan aynı kategori altında verilen yanıtlar incelenmeye devam edildiğinde aslında “momentumun korunumu” ifadesinin geçmesi gereken yanıtlarda bilimsel olarak kabul edilemeyecek şekilde “momentum geçer” ifadesi ile karşılaşılmaktadır. Aşağıda 97 no’lu öğrencinin yanıtı bu duruma tipik bir örnektir.

Topun momentumu astronota geçer ve beraber aynı yönde hareket ederler. (Öğrenci 97, 102, 104)

Topun momentumundan dolayı top ve astronot uzayın derinliklerinde sabit hızla yollarına devam ederler. (Öğrenci 67)

Topun momentumu değişmez. Çünkü $m \cdot V$ sabit. Astronot geriye düşer. (Öğrenci 71)

Adam olduğu yerden sarsılır. Çünkü topun sahip olduğu momentum adam ile topu birlikte hareket ettirir. (Öğrenci 100)

67, 71 ve 100 kod numaralı öğrenciler ise sadece momentum kavramına dayalı açıklama yapmış ve momentumun korunumundan söz etmemişlerdir. Ayrıca aşağıda ifadesi görülen 87 kod numaralı öğrencide olduğu gibi öğrenciler momentumun korunumu yerine farkında olmayarak hızların korunumu şeklinde hız kavramına dayalı bir ifade kullanmaktadırlar.

Astronot topu tuttuğu zaman hızını astronota geçirir ve iki kütle bir müddet birlikte hareket eder. Topun momentumu astronota göre daha büyük olduğundan topun hareket yönünde giderler. Eğer astronotunda belli bir hız olsaydı durum farklı olurdu. (Öğrenci 87)

Momentum kavramına dayalı açıklama yapan öğrencilerin yanıtlarının momentumun korunumu yasasını açık olarak ifade etmediği tespit edilmiştir.

Orta öğretim öğrencilerinin % 19.4'ü bu soruya hız kavramına dayalı bilimsel kabul edilemez yanıtlar vermişlerdir. Bu öğrenciler astronotun topun hızından dolayı hareket ettiğini savunmakta ve momentumla ve momentumun korunumuyla ilgili herhangi bir açıklamada bulunmamaktadırlar. Örnek olarak aşağıda bazı öğrencilerin bu sorunun açıklama kısmına verdikleri yanıtlar incelenebilir.

“Topun hızı astronota geçer. Belli bir hızla gelen top sabit duran astronot tarafından tutulur.” (Öğrenci 4)

“Atılan topun hızı olduğundan astronota çarpınca topun hızı paylaşılır ve astronot geriye doğru gitmeye başlar ve o hızla yoluna devam eder.” (Öğrenci 16)

“Astronot topun ona verdiği hızla geriye doğru gider.” (Öğrenci 21)

“Astronotun topun uzaydaki hızı kadar itilmesine sebep olur. Bu da boşlukta olmasından kaynaklanır.” (Öğrenci 33)

“Astronot topun hızıyla biraz daha yükselirdi. Çünkü top belli bir hızla gelmektedir. Belli bir yol aldıktan sonra ikisi beraber durur.” (Öğrenci 46)

46 kod numaralı öğrenci sürtünmenin olmadığı uzayda top ve astronotun bir süre sonra duracakları ifadesini kullanmıştır. İfadesinden bu öğrencinin her hangi bir korunum ilkesi ile ilgili bir bilgiye sahip olmadığı söylenebilir.

Bu örnek açıklamaları çoğaltmak mümkündür. Ancak öğrenciler yukarıda da bahsedildiği üzere momentumun korunumu ile değilde topun hızından dolayı astronotun hareket edeceğini düşünmektedirler.

Orta öğretim öğrencilerinin bu soruya verdikleri yanıtlar incelenmeye devam edildiğinde öğrencilerin % 17.7'sinin yerçekimi kavramına dayalı yanıtlar verdikleri saptanmıştır. Uzayda yerçekimi olmadığından topun astronota herhangi bir etki yapmayacağı veya topun astronota ulaşamayacağı tarzındaki açıklamalar dikkati çekmektedir. Örneğin,

“Uzayda yerçekimi olmadığı için top astronota etki etmez..” (Öğrenci 78)

Orta öğretim öğrencilerinin de konunun öğretiminden sonra uygulanan kavram testindeki momentumun korunumu yasası ile ilgili soruya verdikleri yanıtlardan % 93.5'inin bilimsel kabul edilemez yanıtlar verdikleri tespit edilmiştir. Orta öğretim öğrencileri de yükseköğretim öğrencileri gibi momentumun korunumu yasası ile ilgili olarak kavram yanılgılarına sahiptirler.

3.3 Momentumun Vektörel Doğası ile İlgili Sorunun Analizi

Yüksek öğretim ve orta öğretim öğrencilerinden oluşan her iki gruba da momentumun vektörel bir nicelik olması ile ilgili aşağıdaki 3. soru yöneltilmiştir. Pilot çalışmalardan çıkan sonuçlara göre bu soru için üç seçenek ön görülmüştür ve bu üç seçenek dışında başka bir fikre sahip olan öğrencilerin de bu fikirlerini serbestçe aşağıdaki boşluğa açıklayabilecekleri belirtilmiştir.

Soru 3: Bir patenci hızının büyüklüğü sabit kalacak şekilde dairesel bir yörüngede hareket ederken momentumu hakkında ne söylenebilir?

A) Hızının büyüklüğü değişmediği için momentumu değişmez.

B) Hızı değer olarak değişmez fakat vektörel olarak değiştiğinden momentumu da değişir.

C) Hız değer olarak değiştiğinden momentumu da değişir.

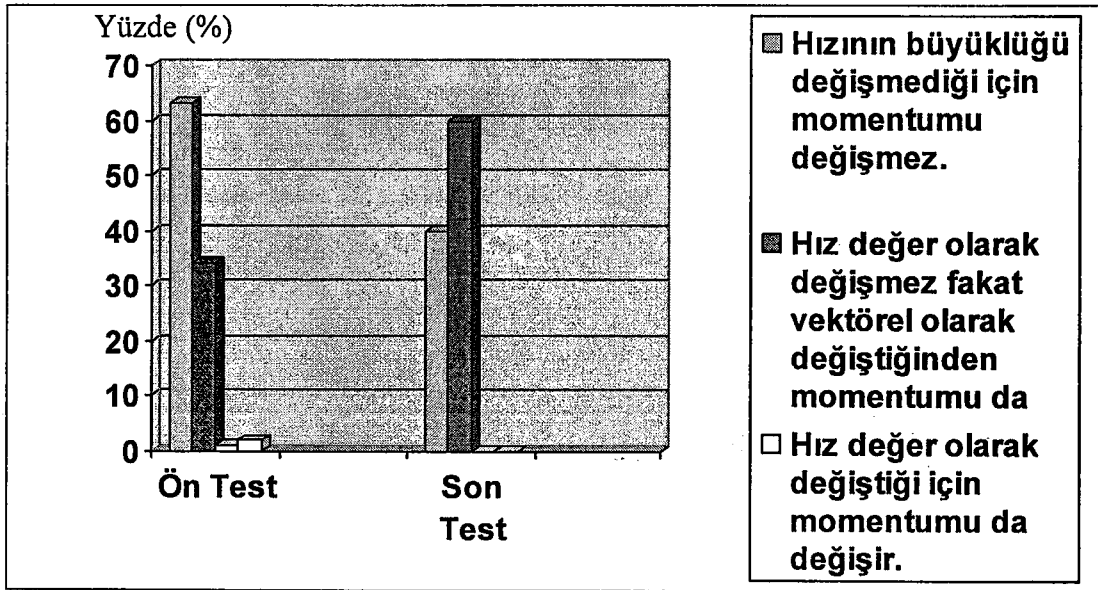
Tercih ettiğiniz seçeneğin nedenini veya bu seçeneklerden hiç birine katılmıyorsanız size göre sorunun doğru yanıtını aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....
.....
.....

Bu soruya verilmesi gereken doğru yanıt patencinin hızının büyüklüğü sabit kalsada doğrultusu vektörel olarak değiştiğinden momentumu da değişir şeklinde olmalıdır. Çünkü hız vektörel kütle ise skaler bir büyüklüktür. Momentum ise kütle ve hızın çarpımına eşit olduğu için hızdan dolayı vektörel bir büyüklüktür. Tablo 3.3.1 yüksek öğretim öğrencilerinin 3. sorunun çoktan seçmeli kısmına verdikleri yanıtların frekansını göstermektedir.

Tablo 3.3.1 Momentumun vektörel doğası ile ilgili sorunun çoktan seçmeli kısmına yüksek öğretim öğrencilerinin verdikleri yanıtların yüzdesi

Yanıtlar	Ön Test Frekans (%)	Son Test Frekans (%)
A) Hızının büyüklüğü değişmediği için momentumu değişmez.	63	40
B) Hızı değer olarak değişmez fakat vektörel olarak değiştiğinden momentumu da değişir.	34	60
C) Hız değer olarak değiştiğinden momentumu da değişir.	1	0
D) Yanıtsız	2	0



Şekil 3.3.1 Momentumun vektörel doğası ile ilgili sorunun çoktan seçmeli kısmına yüksek öğretim öğrencilerinin verdikleri yanıtların grafik gösterimi

Yüksek öğretim öğrencilerinin momentumun vektörel doğası ile ilgili soruya verdikleri yanıtları içeren yukarıdaki tablo ve grafik incelendiğinde; ön testte soruyu doğru yanıtlayan öğrencilerin örneklemin % 34'ünü oluşturduğunu, son testte ise bu oranın % 60'a yükseldiği gözlenmektedir.

Konunun öğretiminden önce % 63 oranında öğrenci grubu hızının büyüklüğü değişmediği için momentumun değişmediğini ifade etmişlerdir. Konunun öğretimi sonrası yapılan son testte bu oranın % 40'a düşmesi öğrencilerin büyük çoğunluğunun momentumun vektörel bir nicelik olduğunu öğrendiklerini gösterir. Ancak % 40'lık oran çok küçük bir değer değildir ve öğrencilerin % 40 'ının momentumun vektörel bir nicelik olduğu bilgisini kalıcı olarak öğrenme sorunu yaşadıkları görülmektedir.

Yüksek öğretim öğrencilerinin 3. sorunun açıklama kısmına verdikleri yanıtlara bakıldığında çoktan seçmeli kısmın seçenekleri haricinde çok fazla alternatif fikir getiren öğrenciye rastlanmamıştır. Ancak öğrenci 72'nin ön testte yaptığı açıklama ilginç bulunabilir.

“Momentum= $F \cdot d$ 'dir. Burada $F \cdot d$ değeri yoktur. Çünkü bir cisme kuvvet etki ederse(sürtünmesiz yüzeyde) cisme bir enerji aktarılır veya enerji alınır ve hızı değişmediği için momentumu değişmez.” (Öğrenci 72)

Konunun öğretiminden önce moment ile momentumu bariz bir şekilde karıştırdığı tespit edilen öğrenci 72'nin son testte aynı soruya nasıl bir yanıt verdiğine bakıldığında yine yanlış seçenek olan a seçeneğini tercih ettiği ama açıklamasını değiştirdiği görülmektedir. Öğrenci 72'nin son testteki açıklaması aşağıdaki gibidir,

“Momentum, $M = m_1 \cdot v_1^2$ olduğundan ve hız sabit olduğundan momentum değişmez.” (Öğrenci 72)

Öğrenci 72 konunun öğretiminden sonrada momentum formülünü doğru olarak öğrenememiş ve bundan da öte momentumun vektörel bir nicelik oluşu ve bunun sorunun yanıtı üzerinde nasıl bir etkisi olacağı konusunda fikir yürütememiştir.

Yüksek öğretim öğrencilerinden 15 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapıldığı daha önce belirtilmişti. Bu öğrencilere momentumun vektörel bir büyüklük olması ile ilgili paten kayan çocuk sorusu yöneltilmiş ve aşağıdaki açıklamalar elde edilmiştir.

A: *Paten kayan bir çocuk dönemeçli bir yolda hızının büyüklüğü sabit kalacak şekilde kaymaktadır. Bu çocuğun momentumu değişir mi?*

Öğrenci 10: *Viraj alırken mi?*

A: *Evet.*

Öğrenci 10: *Momentumu viraj alırken değişir. Ya şöyle.. virajı dönünce bir hız kaybı olacak kütle zaten sabit birde orda dairesel hareket yapacak herhalde. Iuumm, birde orda merkezi şey olacak...nasıldı $m\mathcal{V}^2$ mi işte momentuma eşit olacaktı herhalde. Yani hızı azalacak momentumu değişecek bence.*

A: *Peki ben sana desem ki dönerken hızının büyüklüğü değişmiyor desem o zaman momentumu hakkında ne söylersin?*

Öğrenci 10: *Hızının büyüklüğü değişmiyorsa o zaman momentumunda değişmemesini beklerim.*

Öğrenci 10, momentumu $m\mathcal{V}^2$ 'ye eşitlemiştir. Bu eşitlikten öğrenci 10'un momentumun formülünü doğru bilmediğini, bilgilerinin organize olmadığını söyleyebiliriz. Ayrıca öğrenci 10 momentumun vektörel bir büyüklük olduğunun farkında değildir.

Öğrenci 22 : *Sabit hızla gidiyor kütlesi de sabit olduğuna göre değişmez.*

Öğrenci 22 hızının büyüklüğü sabit kaldığında hızında sabit olduğunu düşünmekte yani hızın vektörel bir büyüklük olduğunu bilmediği için momentumun da vektörel olduğunu söyleyememektedir.

Öğrenci 13: *Değişmez.*

A: *Neden?*

Öğrenci 13: *Çocuğun hızı aynı. Momentumu koruduğu için dönebiliyo zaten yoksa öbür türlü dengesini bozar. Şey değil mi bir buz patencisi kolunu açıyo momentumu korunuyo dengede kalıyo,uumm, bu çocuğunki de öyle bir şeydir diyom.*

A: *Nasıl yani biraz daha açar mısın?*

Öğrenci 13: *Kollarını açtığı zaman momentumu yani dengeyi sağlıyo kollarını kapattığı zaman daha hızlı dönüyo. Kütle mi azalıyo artık bişey azalarak hız artıyo diye düşünüyorum.*

Öğrenci 13 momentum ile ilgili açıklama yapması gerekirken denge ile ilgili açıklama yapmaktadır. Öğrenci 13'ün momentum ile moment kavramlarını karıştırdığı görülmektedir.

Öğrenci 47:*Değişmez.*

A: *Neden?*

Öğrenci 47:*Hızının büyüklüğü sabit, kütle sabit değişmez o yüzden.*

Öğrenci36: *Değişmez çünkü hızı sabit olduğu için.*

A: *Hızı sabit derken hızının büyüklüğünün sabit olduğunu kastediyorsun dimi?*

Öğrenci36: *Evet. Hızının büyüklüğü sabit olduğu için momentumu da değişmez.*

Öğrenci 43: *Değişmez kütle sabit hızın büyüklüğü de değişmiyor. O zaman değişmez.*

Öğrenci 39: *Değişmez hızının büyüklüğü sabit kütlesi de sabit değişmez diyorum ben.*

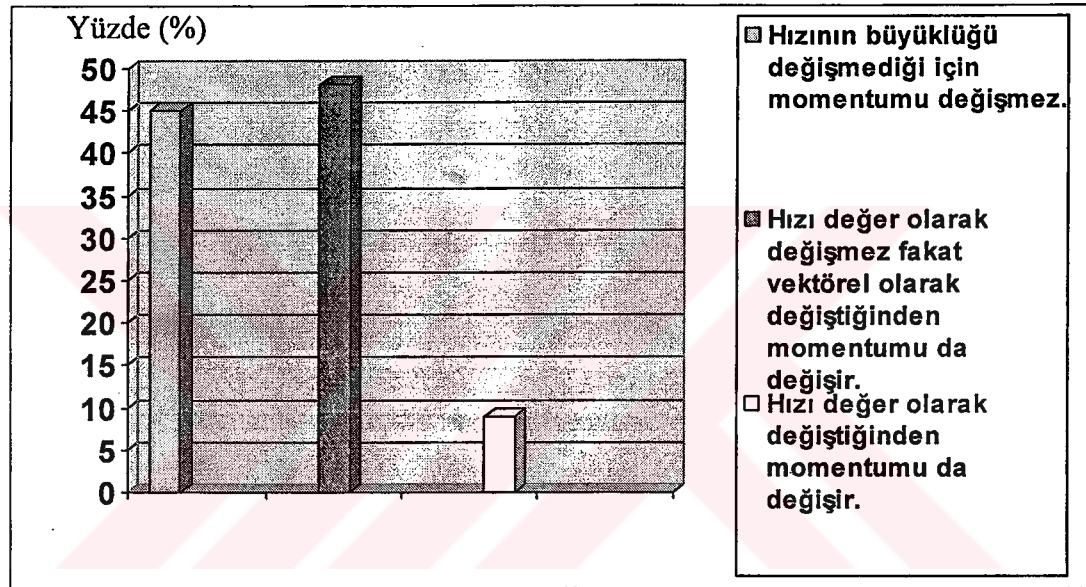
Öğrenci 47, 36, 43 ve 39'un ifadelerinden öğrenci 22 gibi düşünmekte oldukları görülmektedir. Görüşme yapılan 15 öğrenciden sadece 4 tanesi patencinin momentumun değişeceğini söylemiştir. Diğerleri patencinin hızını büyüklüğünün sabit kalması ve kütle sininde değişmemesi nedeniyle momentumunda değişmeyeceğini söylemişlerdir.

Yüksek öğretim öğrencilerinin konunun öğretiminden sonra son teste verdikleri yanıtların oranına göre momentumun vektörel doğasını % 60 oranında öğrendikleri tespit edilmiştir. Pek çok öğrencide konunun öğretiminden önce devam eden yanılgılar devam etmektedir. Bunu yarı yapılandırılmış görüşme yapılan öğrencilerin momentumun vektörel nicelik özelliği ile ilgili patenci sorusuna verdikleri yanıtlar doğrulamaktadır.

Orta öğretim öğrencilerine momentumun vektörel doğası ile ilgili olarak yüksek öğretim öğrencilerine yöneltilen sorunun aynısı yöneltilmiştir. Aşağıdaki tablo ve grafikte orta öğretim öğrencilerinin momentumun vektörel doğasını öğrenme düzeylerini belirleme amaçlı analizleri görülmektedir. Orta öğretim öğrencileri de yüksek öğretim öğrencileri gibi bu sorunun açıklama kısmına seçenekler haricinde farklı bir bir açıklama yapmamışlar seçeneklerde verdikleri yanıtları tekrar etmişlerdir.

Tablo 3.3.2 Momentumun vektörel doğası ile ilgili sorunun çoktan seçmeli kısmına orta öğretim öğrencilerinin verdikleri yanıtların yüzdesi

Yanıtlar	N	Kav. Testi (%)
A) Hızının büyüklüğü değişmediği için momentumu değişmez.	56	45
B) Hızı değer olarak değişmez fakat vektörel olarak değiştiğinden momentumu da değişir.	59	48
C) Hız değer olarak değiştiğinden momentumu da değişir.	9	7



Şekil 3.3.2 Momentumun vektörel doğası ile ilgili sorunun çoktan seçmeli kısmına orta öğretim öğrencilerinin verdikleri yanıtların grafik gösterimi

Yukarıdaki Tablo 3.3.2'ye göre orta öğretim öğrencileri konunun öğretimi bittikten sonra yapılan kavram testinde soruya % 48 oranında doğru yanıt vermişlerdir. Geri kalan % 52'lik kısımda kalan öğrenciler momentumun vektörel bir nicelik olduğu bilgisinden uzaktır. Momentumun vektörel özelliğinin farkında olmayan veya bu özelliğini öğrenemeyen öğrencilerin % 45'i hızın büyüklüğü sabit diye belirtildiği için hızın değişmediğini sanmakta, hızın vektörel nicelik özelliğini bilmemektedirler. Diğer % 7'lik dilimdeki öğrenciler ise hızın değer olarak değiştiğini bu nedenle momentumunda değer olarak değişeceğini düşünmektedirler. Bu incelemeler sonucu orta öğretim öğrencilerinin büyük bir kısmının momentumun vektörel doğası ile ilgili bilgilerinin tam olduğunu söylemek güçtür.

3.4 İtme Kavramı ile İlgili Soruların Analizi

Bu bölümde orta ve yüksek öğretim öğrencilerinin İtme kavramı ile ilgili düşünce yapıları incelenmiştir. İtme ve momentum kavramlarının çok bariz bir şekilde karıştırıldığı durumlar diğer sorularda belirtilmişti. Bu kısımda da bunun ayrıntılı olarak incelenmesi söz konusudur. Yüksek öğretim öğrencilerine ve orta öğretim öğrencilerine İtme kavramı ile ilgili farklı sorular yöneltilmiştir.

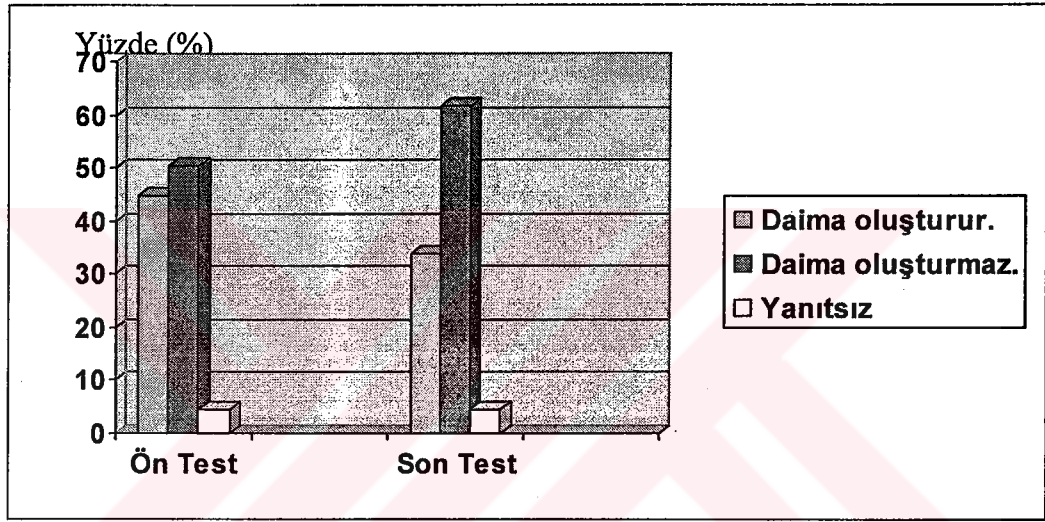
Aşağıda yüksek öğretim öğrencilerine yöneltilen İtme sorusu görülmektedir. Sorunun ilk kısmı nicel analiz yapılabilmesi için “oluşturur” veya “oluşturmaz” şeklinde yanıt verilecek şekilde düzenlenmiştir. İkinci kısımda ise öğrencilerin neden bu yanıt verdiklerini açıklamaları istenmiştir.

<p>Soru 4-Y: Bir cisim üzerinde büyük bir kuvvet, küçük bir kuvvetten daima daha büyük bir itme oluşturur mu?</p> <p>.....</p> <p>Verdiğiniz yanıtın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Öğrencilerin bu soruya vermeleri gereken bilimsel olarak kabul edilebilir ve tam doğru yanıt, cisim üzerine uygulanan büyük bir kuvvetin küçük bir kuvvetten her zaman için daha büyük bir itme oluşturmayacağıdır. Öğrencilerin itmenin sadece uygulanan kuvvetin büyüklüğüne değil, uygulama zamanına da bağlı olduğunu bilmeleri gerekmektedir. “İtme= $F \cdot \Delta t$ ” ifadesinde olduğu gibi ne yalnızca cisme uygulanan F kuvvetine ne de bu kuvvetin uygulanması süresine bağlıdır. İtme üzerinde yorum yapabilmek için her iki değişkenin de cisim üzerindeki ortak etkisine bakmak gerekir. Aşağıda yüksek öğretim öğrencilerinin sorunun ilk kısmına verdikleri yanıtların dağılımı görülmektedir.

Tablo 3.4.1 İtme ile ilgili yüksek öğretim öğrencilerine yöneltilen sorunun ilk kısmına öğrencilerin verdikleri yanıtların yüzdesi

Yanıtlar	Ön Test		Son Test	
	N	Frekans(%)	N	Frekans(%)
A) Daima oluşturur.	40	44,9	30	33,7
B) Daima oluşturmaz.	45	50,6	55	61,8
C) Yanıtsız	4	4,5	4	4,5



Şekil 3.4.1 İtme ile ilgili yüksek öğretim öğrencilerine yöneltilen sorunun ilk kısmına öğrencilerin verdikleri yanıtların grafik gösterimi

Tablo 3.4.1 ve Şekil 3.4.1'deki sonuçlara göre sorunun ilk kısmına yüksek öğretim öğrencilerinin % 50.6'sı ön testte büyük kuvvetin daima küçük kuvvetten daha büyük bir itme oluşturmayacağını söylemişlerdir. Bu oran son testte % 61,8'e çıkmıştır. Ön testte "daima oluşturur" yanıtını veren öğrenci oranı % 44,9 iken bu oran konunun öğretiminden sonra % 33.7'ye düşmüştür. Sonuç olarak konunun öğretiminden önce ve sonra sorunun ilk kısmına doğru olarak verilen yanıtlar örneklemin yarısından fazlasını oluşturmaktadır.

Her ne kadar yüksek öğretim öğrencileri itme kavramı ile ilgili sorunun ilk kısmına doğru yanıtlar verselerde önemli olan bu araştırmanın öğrencilerin

kavramsal öğrenmelerini belirleme amaçlı olması ve dolayısıyla sorunun ikinci kısmı olan açıklama bölümüne verdikleri yanıtların içerdiği fikirler ile bilimsel açıdan kabul edilebilir ve tam olmasıdır. Bu amaçla aşağıda öğrencilerin verdikleri yanıtlar nitel analiz ile kategorilere ayrılarak düşünce yapıları ile ilgili olarak bir sonuç çıkarılmıştır.

Tablo 3.4.2: Yüksek öğretim öğrencilerinin itme kavramı ile ilgili soruya verdikleri yanıtların analizi

Seviye	Yanıt Türleri	Ön Test		Son Test	
		N	%	N	%
	A. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar				
3	A1.Tam yanıt				
	"Kuvvetin uygulanma süresine de bağlıdır. $F \cdot \Delta t = itme$ " "Kuvveti uyguladığınız zamana da bağlıdır. Küçük bir kuvveti uzun zaman uygularsanız, büyük bir kuvveti kısa süre uyguladığınızla eş değer olur."	2	2,25	2	2,25
2	A2.Kısmi Yanıt				
	"Kuvvetlerin uygulanma sürelerinede bağlıdır." "İtme ayrıca zamana da bağlıdır."	4	4,5	8	8,9
		6	6,7	10	11,2
1	B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar				
	B1. İtme Kavramı ile İlgili Yanıt				
	<u>İtme Kavramına Dayalı Açıklama</u> "Hayır. Buna formülden de gidebiliriz. Momentum değişimi=itme kuvveti." "Oluşturur. $İtme = F \cdot t$ olduğu için kuvvet itmeyle doğru orantılıdır." "Oluşturmaz. İtmenin formülü $F \cdot t = \Delta P$, bu nedenle oluşturmaz."	0	0	4	4,5
	<u>Sadece Kuvvet Kavramı İle İlgili Açıklamalar</u> " $\Delta P = \Delta M$. 50 kg insanın bir ağaca uyguladığı kuvvet 30 kg'lık insanın uyguladığı kuvvetten daha büyük bu yüzden itme de daha büyüktür."	1	1,1	1	1,1
	<u>İvme, Hız, momentum Kavramlarına Dayalı Açıklamalar</u> "Kuvvet büyüdükçe ivme artar, ivme hızı artırır dolayısıyla hızı büyük olanın momentumu daha büyüktür. (Aynı cisim için)" " $P = m \cdot V$, $F = m \cdot a$, büyük kuvvet büyük itme oluşturur. İvmenin artması hızı artırır. Bu yüzden aynı ortamda daima büyük bir itme oluşturur."	4	4,5	7	7,9
	<u>Moment ve Momentum Kavramının Karıştırıldığı Açıklama</u> "Her zaman böyle diyemeyiz. Burda alınan yola ve hıza da bakılması gerekir. Yani toplam moment önemlidir. Örneğin ağır bir araba hızıabüyükse daha fazla momente sahip olur. Momenti büyük olanın yaptığı etki büyük olur."	1	1,1	1	1,1
	<u>İtme İş Kavramı ile Karıştıran Açıklama</u> "Evet. $İtme = F \cdot \Delta x$ olduğu için daha büyük bir itme oluşturur."	1	1,1	0	0
	<u>Momentum Formülünün Yanlış Olduğu Açıklama</u> "Evet. $P1 = 2F \cdot m$, $P2 = F \cdot m$ momentumu büyük olan büyük itme gerçekleştirir." "Oluşturmaz. $P = F \cdot d$ İtme F ve d 'ye bağlıdır. Sadece F 'nin değişmesi itmenin değişmesini etkileyebilir." "Oluşturmaz. $P = I \cdot t$ 'ye göre böyledir."	1	1,1	2	2,25
		8	8,9	15	16,9

Tablo 3.4.2' nin devamı

	B2.İtme Kavramı ile İlgili Olmayan Yanıt				
	Enerji Kavramına Dayalı Açıklama "Büyük kuvvetten daha çok enerji aktarımı olduğundan daha hızlı hareket ederyani itme daha fazla olur."	1	1,1	0	0
	Kuvvet,İvme Kavramlarına Dayalı Açıklama "F=m.a'da kütleler eşitse bundan dolayı büyük kuvvet daha büyük ivme kazandırır." " Çünkü kütle sabittir. Büyük kuvvet büyük bir ivme kazandıracığı için itme daha büyük olacaktır."	4	4,5	6	6,7
	Kuvvetin Uygulama Noktası ve Yönüne Dayalı Açıklamalar "Doğrultuları farklıysa oluşturamayabilir." "Kuvvetin yönü önemlidir. Eğer cismin hareket doğrultusuna dikse ne kadar büyük olursa olsun etki etmez." "Kuvvetin uygulandığı yere bağlıdır."	22	24,7	20	22,5
	Güç Kavramına Dayalı Açıklama "Çünkü daha fazla güç verdiği için daha çok itme oluşturur."	1	1,1	0	0
	Basınç Kavramı İle İlgili Açıklamalar " Hayır oluşturmaz mesela yatağa sırt üstü yattığımızda az göçer ama daha hafif biri ayakları üzerinde dik durduğunda daha çok göçer. Çünkü uygulanan basınç dolayısıyla itme artar."	1	1,1	0	0
	Kütle Kavramına Dayalı Açıklamalar "Bu durum cismin kütleline bağlıdır. Cismin kütlesi iksinin itemeyeceği büyüklükteyse hiç bir hareket olmaz." "Daima oluşturmaz. Kütleler itme kuvvetine etki eder. 5 kg'lık bir cismi 10 N luk kuvvetle itmek, 20 kg lık bir cismi 5 N'luk kuvvetle itmekten daha az itme gücü oluşturur."	4	4,5	10	11,2
	Hız Kavramına Dayalı Açıklama "Evet oluşturur. Mesela bir topa yavaşça vurduğumuzda bir itme oluşur top biraz ilerler ama topa hızlı bir şekilde vurduğumuzda daha fazla ilerler ve daha büyük itme oluşur" "Evet daha büyük kuvvet cisim üzerinde daha fazla hız oluşturur."	1	1,1	4	4,5
	Kütle-Zaman Kavramına Dayalı Açıklama "Her ikisi de olur çünkü İtme hız ve kütleyle bağlı olarak değişir."	0	0	1	1,1
	Kuvvet-Hız Kavramına Dayalı Açıklama "Büyük kuvvette kütle ya da ivme dolayısıyla hız daha büyük olacak ve daha büyük itme oluşturacaktır."	0	0	1	1,1
	Sadece Kuvvet Kavramına Dayalı Açıklama "Büyük kuvvette cisim daha büyük tepki göstereceğinden daha büyük itme olur." "Çünkü kuvvet büyükse itme de büyük olur. Kuvvet küçükse itme de küçük olur."	20	22,5	4	4,5
	Sürtünme Kuvveti Kavramına Dayalı Açıklamalar "Hayır cismin bulunduğu zemine de bağlı. Mesela pürüzlü ortamda etkiyen büyük kuvvetin itmesi buz üzerindeki cisme etkiyen küçük kuvvetin itmesinden küçük olabilir."	6	6,7	3	3,37
	B3.Sezgisel Yanıtlar "Daima oluşturmaz günlük hayatta arabaların çarpışması, iki beyzbol topunun çarpışması olabilir." "Oluşturur, bir tırla otomobilin çarpışması gibi"	7	7,9	10	11,2
		67	75,2	59	66,3
0	C.Kodlanamaz	4	4,5	1	1,1
	D.Yanıtsız	4	4,5	4	4,5
	Toplam	89	100	89	100

Tablo 3.4.2'den de görüldüğü gibi İtme kavramı ile ilgili soruya yüksek öğretim öğrencileri ön testte % 6,7, son testte ise % 11,2 oranında bilimsel kabul

edilebilir yanıtlar vermişlerdir. Sorunun tam yanıtını içeren bilimsel kabul edilebilir yanıt oranı hem ön testte hem de son testte % 2.25 olarak tespit edilmiştir.

Bilimsel kabul edilemez yanıtlar ise ön testte % 8,9 oranında son testte ise % 16,9 oranında itme ve momentum kavramı ile ilgili olup, itme veya momentum kavramını içermeyen bilimsel kabul edilemez yanıtlar ön teste % 75,2 iken son testte % 66.3 olarak hesaplanmıştır.

Analiz sonuçlarında dikkati çeken bir nokta öğrencilerin son testte % 11,2 oranında kütle kavramına dayalı bilimsel kabul edilemez yanıtlar vermeleridir. Öğrencilerin itmenin sadece kuvvete bağlı değil doğrudan cismin kütlesine de bağlı olduğu yanılıgısına sahip oldukları görülmektedir.

“Küçük bir çocuk masayı tek başına hareket ettiremez fakat büyük bir insan masayı kolaylıkla hareket ettirebilir. Burada kütle de önemlidir. (Öğrenci 33)

“ Oluşturur. Bir bowling topunun labutlar üzerindeki uyguladığı itme her zaman bir bilarado topunun uygulayacağı itmeden büyüktür. (Öğrenci 61)

“Evet çünkü etki fazladır. Örneğin bir araç bir araca çarparsa 5 m sürüklenir fakat bir tır çarparsa 10 m sürüklenir itme fazla olur.”

(Öğrenci 72, 81)

Yukarıda 33, 61, 72 ve 81 kod numaralı öğrencilerin ifadelerinde görüldüğü üzere öğrencilerin bir kısmı kuvvet uygulayacak cismin kütlesinin büyüklüğünün itmeyi etkileyeceği yanılıgısına sahiptirler.

Yüksek öğretim öğrencileri ön testte % 24,7, son testte % 22,5 oranında kuvvetin uygulama noktası ve yönüne dayalı açıklamada bulunmuşlardır. Bu açıklamalarda bulunan öğrenciler genellikle kuvvetin yaptığı açıya göre bileşenlerine ayrıldığında küçüleceği ifadesini kullanmışlardır. Aşağıdaki 44 ve 75 kod numaralı öğrencilerin ifadeleri görülmektedir.

“Hayır oluşturmaz çünkü kuvvetin büyüklüğü kadar yönü de çok önemlidir.”
(Öğrenci 44,51,52)

“Oluşturamaz. Kuvvetin yönü önemlidir. Eğer cismin hareket doğrultusuna dikse ne kadar büyük olursa olsun etki etmez.” (Öğrenci 75,77,82)

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğrencilere aşağıdaki soru yöneltilmiş ve momentum değişimi itme bağıntısı ile ilgili öğrenme düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin bu soruya vermeleri gereken doğru yanıt “sabit kuvvet eşit süreyle uygulandığı için iki topun momentumları aynı olmalıdır” şeklindedir.

A: *Başlangıçta durgun olan farklı kütleli iki top, 5 dakika süreyle aynı sabit kuvvetin etkisi altında bırakılırsa, kuvvetin etkisi ortadan kaldırıldıktan sonra bu iki topun momentumları nasıl olur? Karşılaştırmız.*

Öğrenci 55: *Ağır topa etkisi fazla olur. Top daha ağır olduğu için o kuvvetle daha fazla yol alır mı diyim yani. Kütleli büyük olana daha çok etkir.*

A: *Peki momentumları nasıl olur?*

Öğrenci 55: *Ağır olanın daha büyük olur. Daha hızlanır çünkü.*

Öğrenci 55 araştırmacının sorusunu yukarıdaki gibi yanıtlamıştır. Açıklamasında da görüldüğü üzere öğrenci 55 bu iki cismin itmelerinin eşit büyüklükte olduğunu farkında olmayıp kütleli büyük olanın momentumunun da daha büyük olduğunu düşünmektedir. Öğrenci 55 itmeden yola çıkararak momentumlarının eşit olacağı hızlarının ise kütleleri ile ters orantılı olacağı bilgisine sahip değildir.

Aynı soru öğrenci 39’a yöneltildiğinde;

Öğrenci 39: *Ya işte bu kütleyle göre değişir. Topların kütlelerine göre değişir. Ben o şekilde düşündüm. Kütleli büyük olanın momentumu daha fazla olur. Çünkü bunlar başlangıçta durgun.*

Öğrenci 39 da soru ile ilgili açıklamasında öğrenci 55 gibi kütleli büyük olanın momentumu büyük olur şeklindeki bu soru için bilimsel kabul edilmez yanıt vermiştir. Öğrenci 39 itme ile ilgili herhangi bir açıklamada bulunmadığı için

görüşmeci bu konuda ne düşündüğünü tespit etmek amacıyla dorudan itme nedir sorusunu yöneltmiştir.

A: *Peki sence İtme nedir?*

Öğrenci 39: *Bi hızla gelen bir cisim diğerini bi şekilde hareket ettiriyo yani.*

A: *Yani itmenin olması için hareket ettirmesi gerekiyo mu demek istiyorsun?*

Öğrenci 39: *Evet, hı hı.*

A: *Peki şu duvara bir kuvvet uyguladık hareket etmiyor. İtme oluşmamış mı oluyor yani?*

Öğrenci 39: *Evet ben öyle düşünüyorum.*

Öğrenci 39 itme olabilmesi için cismin hareket etmesi gerektiği yanılığısı içindedir. Ayrıca itme kavramı ile ilgili herhangi bir bilimsel kabul edilebilir açıklamada bulunmamıştır.

Yüksek öğretim öğrencileri ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde bazı öğrencilere “itme nedir?” sorusu yöneltmiştir. Bu soruya yanıt veren öğrenciler tam olarak itmenin doğru tanımını yapamamışlardır. Örneğin öğrenci 43’ün soruya verdiği yanıt aşağıdaki gibidir.

A: *Sence İtme nedir?*

Öğrenci 43: *İtme bir cisme karşı koyabileceği güçten daha fazla kuvvet uygulanması demektir.*

A: *Nasıl yani? Mesela şu duvara kuvvet uyguladığımızda itme olması için yıkılması gerekir mi demek istiyorsun?*

Öğrenci 39: *Ya, beklenmedik durumda beklenmedik kuvvet uygulanması.*

Öğrenci 39’da itmenin tanımını doğru olarak bilmemektedir. İtme olması için duvarın yıkılması veya kuvvet uygulanan cismin hareket etmesi gerektiği düşüncesine sahiptir.

Öğrenci 55 de itme olabilmesi için yerdeğiştirme olması gerektiğini düşünmektedir.

A: *Sence itme nedir?*

Öğrenci 55: *Bir maddeye uygulanan kuvvetten dolayı şeklinin bozulması veya yer değiştirmesi budur yani itme.*

A: *Peki şekli bozulmasa ya da yer değiştirmese itme olmuyor mu?*

Öğrenci 55: *hu, olur, itme olurda verimsiz olur. Mesela bir cisme uyguladığımız kuvvetle ve zamanla alakalı bir şey, kuvvetle zamanın çarpımı. Ona uyguladığım kuvvetten dolayı yer değiştirmesi. Yok yaa yer değiştirme olması gerekir yoksa itme olmaz.*

Öğrenci 55 gibi pek çok öğrenci itme olabilmesi için cismin hareket etmesi gerektiği veya şeklinin bozulması gerektiği yanılına sahiptirler. Yukarıdaki örnekleri çoğaltmak mümkündür. Öğrencilerin bir kısmı itmenin kuvvet ve zamana bağlı olduğunu bilmelerine rağmen bunu karşılaştıkları problemlerde uygulayamamaktadırlar.

Yüksek öğretim öğrencileri yukarıda anlatıldığı şekilde itme ile ilgili yanılılara sahipken orta öğretim öğrencilerinin bu konudaki bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla aşağıdaki soru yöneltilmiştir.

Soru 4-O: Bir kaza esnasında şekli kolay bozulacak şekilde dizayn edilen arabaların, şekli kolay bozulmayan (dağılmayan) arabalara göre güvenlik açısından daha emniyetli olmasının **nedenini** aşağıdaki boşluğa kısaca açıklayınız.

.....

.....

.....

Bu soruya doğru yanıt verebilmeleri için orta öğretim öğrencilerinin İtme kavramının kuvvet ve zamandaki değişimin çarpımına eşit olması bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Soruda yapılması gereken doğru açıklama “şekli kolay

bozulan arabalarda arabanın şeklinin bozulabilmesi için belli bir zaman geçmesi gerekmesi bu zamandan dolayı, momentum değişimi her ikisinde de eşit kabul edilirse şekli kolay bozulan arabaya etkiyen kuvvet daha az olacağından daha az hasarla insanlar kurtarılabilir. $I=F.\Delta t$ şeklinde olmalıdır.

Aşağıdaki Tablo 3.4.3'te orta öğretim öğrencilerinin yanıtlarının analizi görülmektedir.

Tablo 3.4.3 Orta öğretim öğrencilerinin İtme Kavramı ile ilgili soruya verdikleri yanıtların analizi

Seviye	Yanıt Türleri	Kavramsal Anlama Testi	
		N	%
	A. Bilimsel olarak kabul edilebilir yanıtlar		
3	A1.Tam yanıt		
	$I=F.\Delta t$ olduğu için şekli kolay bozulan arabanın şekil değişikliği için daha çok zaman geçtiğinden etkiyen kuvvet küçülecektir.	0	0
2	A2.Kısmi Yanıt		
	"Kazada karşıdaki aracın itmesinin bir kısmı diğer aracın şeklinin bozulmasında kullanılır."	1	0,8
		1	0,8
	B. Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Yanıtlar		
1	B1. İtme Kavramı ile İlgili Yanıt		
	İtme Kavramı ile İlgili Açıklama "Çarpma sonucu oluşan itmenin arabaya zarar vererek içindeki insanlara zarar verecek gücünü harcadığı için." "Şekli bozulan arabalar bir yere çarptığında itme küçük olduğundan daha güvenlidir." "Çünkü arabacı doğru geçerek itme kuvvetini biraz daha küçültüyor. Bu sayede içeridekilere daha az etki tepki oluyor."	5	4,0
	Momentum Kavramı ile İlgili Açıklama "Kaza esnasında araçlar momentum etkileşimi içine girecektir. Şekli kolay bozulan arabaların kütlesi ve hatta hızı daha düşük olabileceğinden momentum etkileşimi esnasında daha az hasar oluşur." "Şekli kolay bozulmayan arabalardaki kişiler daha fazla sarsılır ve zarar görürler çünkü uygulanan momentum doğrudan kişilere gelir."	13	10,5
	Esnek Çarpışmalar ile İlgili Açıklama "Dağılmayan arabalarda daha çok darbe alırız. Şekli kolay bozulabilecek arabalarda ise yüzey esnek olduğundan daha güvende oluruz." "Şekli kolay bozulacak şekilde dizayn edilen arabayı esnek kabul edebiliriz. Esnek çarpışmalarda hareketli cismin momentumu vardır ve hareketsiz olan cismin momentumu yoktur. Esnek cisim momentumunun bir kısmını hareketsiz cisme aktarır." "Çarpışmadan sonra şekli bozulursa esnek çarpışmadır. Fakat şekli bozulmazsa esnek olmayan çarpışmadır. Esnek çarpışmaların esnek olmayanlara göre daha emniyetli olacağını düşünüyorum."	34	27,4
		52	41,9
	B2. Momentum Kavramı ile İlgili Olmayan Yanıt		

Tablo 3.4.3' ün devamı

	Hız ile İlgili Açıklama "Çarpma sırasında bozulan şekil arabanın hızının birden azalmasına engel olarak arabadaki kişilerin öne fırlamasına neden olur." "Şekli kolay bozulacak araba hızını ortama göre yavaşyavaş azalarak hızını kaybeder. Şekli kolay bozulmayanaraba ise hızını birden kaybeder. Bu yüzden şekli kolay bozulan araba daha emniyetlidir."	6	4,8
	Kuvvet,Etki-Tepki Kavramları ile İlgili Açıklama "Araba sağlam olsaydı kaza anında içinde bulunan insanlara tepki verirdi. Diğerinde ise araç kendi yamularak içerisindekilere fazla tepki vermez." "Bir çarpma halinde şekli kolay bozulan araç yapılan kuvvetten dolayı dağılması daha kolay olur." "Kolay dağılan arabalar daha az etki kuvvetiyle dağılacığından tepki kuvvetide çok az olur."	20	16,1
	Enerji ile İlgili Açıklama "Şekli kolay bozulan araba kaza esnasında kinetik enerjiyi alır ve bu enerji ısı enerjisine döner. Bu nedenle daha güvenlidir." "Şekli kolay bozulmayan araba bir cisime çarptığında enerji şekil değişimine harcanmadığı için daha tehlikelidir." "Şekli kolay bozulan arabalardaki insanlara etki az olur. Çarpışma anında ortaya çıkan enerji kaportanın ezilmesinde kullanıldığından daha güvenlidir."	8	6,5
	Basınç Kavramı ile İlgili Açıklama " Şekli kolay bozulan arabalarda karşıdan gelen arabanın kaza anında uygulayacağı basınç dahaazdır, bu yüzden bu arabalar daha güvenli." " "Şekli bozulmayan araba kaza yaptığıında arabanın içine dahaçok basınç uygulanır ve içindeki insanlar daha çok zarar görür."	3	2,4
	Kütle ve Ağırlıkla İlgili Açıklama " Çünkü şekli kolay bozulacak arabalar hafiftir diğerleri daha ağırdır. Çarpışma esnasında hafif arabalarda kaza pek şiddetli olmaz." "Dağılmayan arabaların daha sert ve dahaçok kütleyle sahip olmasından dolayı."	4	3,2
	B3.Sezgisel Yanıtlar	27	21,8
		68	54,8
0	C.Kodlanamaz "Bence şekli kolay bozulan arabalar emniyetli değildir."	2	1,6
	D.Yanıtsız	1	0,8
	Toplam	124	100

Bu soruya getirilebilecek doğru yaklaşımlardan biri de soruyu enerji kavramını temel alacak biçimde yanıtlamaktır. Enerjinin büyük kısmının aracın şeklinin değişimine harcanması içindeki insanlara etkiyi azaltacağından böyle bir açıklama da doğru kabul edilebilir niteliktedir. Ancak kavramsal anlama testi uygulanan öğrencilere testin konusunun itme ve momentum olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle soruları bu konuları göz önünde bulundurarak çözmeleri gerektiği açık olarak söylenmese de bu sezdirilmiştir. Bu sorunun analizinde bu nedenle enerji kavramına dayalı doğru açıklamalar tam doğru yanıt kısmına konulmamıştır.

Yukarıdaki Tablo incelendiğinde bilimsel olarak kabul edilebilir yanıt oranı % 0,8'dir. Bilimsel kabul edilemez yanıtlar kısmında % 27,4 oranında esnek

çarpışmalar ile ilgili açıklamalar yanlış ifadeler yer almaktadır. Esnek çarpışma temelli açıklama yapan öğrencilerin esnek çarpışma konusunda da bilimsel kabul edilemez bilgilere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu durum 17 ve 26 kod numaralı öğrencilerin ifadesinde açıkça görülmektedir.

“Şekli kolay bozulacak şekilde dizayn edilen araba esnek çarpışma yapıyordur. Esnek çarpışmalarda hareketli olan cismin momentumu vardır ve hareketsiz olan cismin momentumu yoktur. Esnek cisim momentumunun bir kısmını hareketsiz cisme aktarır.” (Öğrenci 17)

“Çarpışmadan sonra şekli bozulursa esnek çarpışmadır. Fakat şekli bozulmazsa esnek olmayan çarpışmadır. Esnek çarpışmalar esnek olmayanlara göre daha güvenlidir.” (Öğrenci 26)

Öğrenci 26'nın yanıtı bilimsel kabul edilemez olup öğrencilerin pek çoğu gibi esnek ve esnek olmayan çarpışmalar konusu ile ilgili doğru bilgiye sahip olmadığını göstermektedir. Esnek çarpışmalarda şekil bozukluğu olmadığı fikrinden oldukça uzakta olan öğrenci sayısı oldukça fazladır.

Analiz tablosundaki sonuçlar gözden geçirilmeye devam edildiğinde % 16,1 oranında kuvvet, etki-tepki kavramlarının kullanıldığı bilimsel kabul edilemez yanıtlar olduğu görülmüştür. Orta öğretim öğrencileri momentum değişiminin itmeye eşit olması ve her iki durumda da toplam olarak aynı miktarda itme olması bilgisinden uzak olarak şekli kolay bozulan arabadaki etki tepkinin daha az olacağı veya kuvvetten dolayı arabanın kolay dağılması ve içerisinden insanların çıkarılmasının daha kolay olacağı görüşünü temel alan açıklamalar yapmışlardır.

“Çünkü dağılan arabanın tepki kuvveti büyük değildir.” (Öğrenci 34)

“Şekli bozulan araba, oluşan tepkiye içerisine göre daha iyi karşılık verir, yani oluşan tepkiye ezilerek yanıt verir. Bu arabadakilerin daha az zarar görmesine neden olur. Öbür türlü arabadakiler camdan fırlayabilirler.” (Öğrenci 57)

Yukarıda 34 ve 57 kod numaralı öğrencilerin etki tepki prensibine göre yaptıkları açıklamalar görülmektedir. Bu öğrencilerde % 16,1'lik dilim oluşturan diğer öğrenciler gibi soruyu itme ve momentum değişimi bilgilerini temel alan açıklamaları kullanmamışlardır.

Diğer bir sonuçta % 10,5 oranında momentum kavramını içeren bilimsel kabul edilemez yanıtların olasıdır. Orta öğretim öğrencileri “momentum etkileşimi” ifadesi veya sadece momentum kavramını kullanarak açıklamada bulunmuşlardır. Aşağıda momentum ile ilgili bilimsel kabul edilemez yanıtlar veren öğrencilerin açıklamaları görülmektedir.

“Şekli kolay bozulan araçlarda momentum azalır. Bu nedenle içindekiler daha az hasar görür.” (Öğrenci 100)

100 kod numaralı öğrenci “momentumun azalması” ifadesini kullanmıştır. Soruya verdiği yanıt çok açık bir şekilde ifade edilmemiş olup bilimsel kabul edilemez kategorisine alınmıştır.

“Momentumun korunumu gereği kolay dağılan arabalarda hız kopan parçalara gideceğinden arabadaki hız azalır.” (Öğrenci 88)

Öğrenci 88 ise momentumun korunumu gereği hızın kopan parçaları etkilediğini insanlara bir etki yapmayacağı ifadesini kullanarak aslında etkiye sebep olanın hız olduğu yanlış bilgisine sahiptir.

“Şekli kolay bozulan araba çarpışınca momentumunun bir kısmını karşı araca aktarır. Fakat sağlam araba karşı araçla momentumunu birleştirir ve daha büyük bir kuvvet ortaya çıkar.” (Öğrenci 74)

“Şekli kolay bozulan araç momentumunu diğer araçla paylaşır. Çarpışma etkisi daha az olur. Şekli kolay bozulmayan araba ise momentumunu direk kendine yansıtır.” (Öğrenci 68)

Ayrıca öğrenci 74 ve 68 gibi “momentumun paylaşılması” ya da “momentumun birleştirilmesi” gibi ifadeler kullanan çok sayıda öğrenci tespit

edilmiştir. Bu öğrencilerde bu soruyu yanıtlarken yanıtlarını bilimsel bir platforma oturtmamışlardır.

Orta öğretim öğrencilerinin bu soruya verdikleri bilimsel kabul edilebilir yanıt oranı oldukça düşük tespit edilmiş ve itme ile ilgili çok karışık, zayıf veya eksik bilgiye sahip oldukları kavram yanlışlarının bir hayli yüksek olduğu belirlenmiştir. Orta öğretim öğrencileri de yüksek öğretim öğrencilerinde olduğu gibi itme kavramının tam olarak ne anlama geldiğini öğrenememişlerdir.

Tüm soruların analizine göre yüksek öğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerinin konunun öğretiminden önce sahip oldukları kavram yanlışlarının konunun öğretiminden sonra da devam ettiği gözlenmiştir. Orta öğretim öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının yüksek öğretim öğrencilerinin sahip oldukları yanlışlarla aynı paralellikte olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca geleneksel öğretim yöntemi her iki grup için de yeterli olmayan bir öğretim yöntemidir.

Bir sonraki bölümde 3. bölümde elde edilen bulgularla ilgili sonuçlar ve öneriler yer alacaktır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada orta ve yüksek öğretim öğrencilerinin momentum konusunu kavrama düzeyleri ve öğrenmelerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Yapılan kavram testleri ile öğrencilerin öğretim öncesi ve öğretim sonrası sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmek istenmiştir.

Bir önceki bölümde de belirtildiği üzere çalışma yüksek öğretim ve orta öğretim öğrencileri olmak üzere iki grubun öğrenme seviyelerini belirlemek üzere iki bölüme ayrılmıştır. Her iki gruba da momentum konusunun alt başlıkları olan momentumun kütle ve hız kavramlarıyla ilişkisi, momentum değişimi ile itme arasındaki ilişki, itmenin kuvvet ve zaman değişimi kavramlarına bağlılığı, momentumun vektörel bir büyüklük olması ve momentumun korunumu ilkelerinin incelenmesi için bu başlıklarla ilgili sorular yöneltilmiştir.

Momentumun kütle ve hızın çarpımına eşit oluşu ve momentum değişiminden itmenin elde edilmesi ile ilgili 1. sorunun analiz sonuçları Tablo 3.1.1, Tablo 3.1.2, Tablo 3.1.3 ve Tablo 3.1.4'te görülmektedir. Tablo 3.1.1.'e göre yüksek öğretim öğrencileri bu sorunun ilk kısmına % 65.2 oranında doğru yanıt vermişler, son testte ise bu oran % 88.8'e çıkmıştır. Ancak sorunun 2. kısmı olan açıklama bölümüyle ilgili analiz tablosuna bakıldığında (bkz. Tablo 3.1.3) yüksek öğretim öğrencilerinin verdikleri bilimsel kabul edilebilir yanıt oranı ön testte % 1,1 iken son testte ise hiç doğru yanıt bulunmamıştır. Bilimsel kabul edilemez yanıt oranı % 98,9'dur ve bu konunun öğretiminden sonrada öncesinde sahip olunan kavram yanlışlarının devam ettiği görülmektedir. Bilimsel kabul edilemez yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun momentum değişimi ile momentum kavramlarını karıştırdıkları ve momentumu itmeye eşit kabul ettikleri görülmektedir. Yüksek öğretim öğrencilerinin bir kısmı itmenin formülünü tam doğru olarak bilmemekte ve bu yanlış formülü momentum formülüne eşitleme yanılığına kapılmaktadırlar.

Orta öğretim öğrencileri de konunun öğretiminden sonra yapılan kavram testinin 1.sorusunun ilk kısmına % 76,6 oranında doğru yanıt vermişler ancak ikinci

kısım olan açıklama kısmına yüksek öğretim öğrencilerinde olduğu gibi bilimsel kabul edilebilir yanıt verenlerin oranı %4'te kalmıştır. Orta öğretim öğrencileri de % 96 oranında bilimsel kabul edilemez yanıtlar vermişler ve yüksek öğretim öğrencilerinde ortaya çıkan kavramsal öğrenme güçlüklerinin benzeri türünde kavramsal yanılgılara sahip oldukları tespit edilmiştir.

Bu soru ile ilgili yüksek öğretim ve orta öğretim öğrencilerinin sahip oldukları yanılgılar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- $m \cdot V = F \cdot t$, birim zamanda uygulanan kuvvet daha büyük olur.
- Kütleli büyük olanın momentumu (itmesi) büyük olur.
- $m \cdot V = F \cdot t$ 'den süre önemli değilde kuvveti en büyük olanın etkisi daha büyük olur.
- Momentum itici kuvvettir.
- Hızlı giden aracı durdurmak daha zordur kütlenin önemi yoktur.
- Momenti büyük olan aracı durdurmak zordur.
- $P = \frac{g^2}{2}$, $M = m_1 \cdot g_1^2$ momentumu büyük olan aracı durdurmak daha zordur.
- Momentumu büyük olanın itme kuvveti daha büyüktür.
- Momentum kütle ve hıza bağlı ve itmeye eşittir.

Yukarıda belirtilmiş olan kavram yanılgıları konunun öğretiminden önce var olup konunun öğretiminden sonrada devam eden yanılgılardır.

Araştırmada kullanılan ikinci soru 3. bölüme bakıldığında da görüldüğü üzere momentumun korunumu ilkesi ile ilgilidir. Momentumun korunumu ilkesi ile ilgili elde edilen sonuçlar Tablo 3.2.2, Tablo 3.2.3 orta öğretim öğrencileri için Tablo 3.2.4 ve Tablo 3.2.5' te görülmektedir. Momentumun korunumu ile ilgili sorunun ilk kısmına yüksek öğretim öğrencileri % 81 oranında doğru yanıtlar vermişlerdir. İkinci kısmına ise ön testte % 5.6, son testte de % 26.9 oranında bilimsel kabul edilebilir yanıt verilmiştir.

Momentumun korunumu ile ilgili ikinci sorunun ilk kısmına orta öğretim öğrencileri de % 74,2 oranında doğru yanıt vermişler, açıklamalı bölümüne ise %94,3 oranında bilimsel kabul edilemez yanıtlar vermişlerdir.

Hem orta öğretim hem de yüksek öğretim öğrencilerinde soruların ilk kısmına verilen doğru yanıt oranları çok yüksek olsa da açıklama kısmına büyük oranda bilimsel kabul edilemez yanıtlar vermeleri düşündürücüdür. Öğrenciler sorunun doğru yanıtını bilmekte ama soruya doğru açıklama getirememektedirler. Bu durum öğrencilerin nedenini araştırmadan sadece çoktan seçmeli testlere yönlendirilmiş olmalarından kaynaklanıyor olabilir.

Aşağıda momentumun korunumu prensibi ile ilgili sorulardan elde edilen her iki grup içinde ortak olan kavram yanlışları görülmektedir.

- Belli bir hızı olan cismin hızından dolayı kuvveti vardır.
- Hareketli cismin bir kuvveti vardır çarpışmadan sonra bu kuvvet yok olmaz.
- Momentum yumuşak objeler çarpıştığında korunmaz.
- Momentumun korunması için cisimlerin esnek çarpışma yapması gerekir.
- Cismin şeklinde bozulma olmuyorsa momentum korunur, şekli bozuluyorsa korunmaz.
- Uzaydaki topun ve astronotun ağırlıkları (kütleleri) olmadığından momentumları yoktur.

Yukarıda sıralanmış olan yanlışlar incelendiğinde yüksek öğretim ve orta öğretim öğrencilerinin momentumun korunumu yasasının farkında olsalarda eksik bilgi sahibi olduklarını ve dış kuvvetler olsa da momentumun her zaman korunacağını ya da esnek olmayan çarpışmalarda korunmayacağını düşündükleri sonucu ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak momentumun ne zaman korunacağı ne zaman korunmayacağı öğrencilerce net olarak bilinmemekte veya yanlış bilinmektedir. Öğretmenlerin konunun öğretimi aşamasında bu noktayı daha açık bir şekilde vurgulamaları gerekmektedir.

Veri toplama aşamasında kullanılan diğer sorulardan biri de momentumun vektörel doğasını içeren 3. sorudur. Bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde yüksek öğretim öğrencilerinin % 34'ü ön testte , % 60'ı son testte bu soruya doğru

yanıtlar vermişlerdir. Orta öğretim öğrencileri de konunun öğretiminden sonra yapılan kavram testinde bu soruya % 48 oranında doğru yanıt vermişlerdir. Yüksek öğretim öğrencilerinin % 60'ta, orta öğretim öğrencilerinin de % 48' de kalması momentumun vektörel bir büyüklük olduğunu öğrenemeyen öğrencilerin azımsanmayacak şekilde bir hayli fazla olduğunu göstermektedir.

Aşağıda orta ve yüksek öğretim öğrencilerinin momentumun vektörel bir nicelik olması ile ilgili soruya verdikleri yanıtlardan elde edilen kavram yanlışları görülmektedir.

- Momentum= $F \cdot d$ 'dir
- Momentum, $M = m_1 \cdot \vartheta_1^2$ olduğundan ve hız sabit olduğundan momentum değişmez.
- Hızının şiddeti değişmiyorsa o zaman momentumuda değişmez.

Yüksek öğretim ve orta öğretim öğrencilerinin bir kısmı hızın vektörel bir nicelik olması bilgisinden uzak oldukları için momentumunda vektörel olduğunu bilmemektedirler. Göze çarpan bir diğer nokta ise momentumun formülünün yanlış bilinmesidir. Eğitim sistemimizdeki çarpıklığın sonucu olarak ortaya çıkan bu iki sonuç (ya bir önceki kavramın tam özümsemeden bir sonraki kavramın öğretimine geçilmesi ya da kavramların formulüze edilerek gerçekte ne anlama geldiğinden çok hangi formülle soru çözüleceği vb.) öğrencilerin öğrenmelerine engel teşkil eden ve aşılması zor bir durum olarak gözükmektedir.

Son olarak bu çalışmada araştırılan diğer bir kavram itme kavramıdır. İtme kavramı hem 1. soruda hem de 4. soruda incelenmiştir.

Tablo 3.4.1 ve Şekil 3.4.2'deki sonuçlara göre sorunun ilk kısmına yüksek öğretim öğrencilerinin % 50.6'sı ön testte büyük kuvvetin daima küçük kuvvetten daha büyük bir itme oluşturmayacağını söylemişlerdir. Bu oran son testte % 61,8' e çıkmıştır. Ön testte "daima oluşturur" yanıtını veren öğrenci oranı % 44,9 iken bu oran konunun öğretiminden sonra % 33.7'ye düşmüştür. Sonuç olarak konunun

öğretiminden önce ve sonra sorunun ilk kısmına verilen yanıtlar örneklemin yarısından fazlasını oluşturmaktadır. (bkz. 3.bölüm)

Yüksek öğretim öğrencileri 4.sorunun ilk kısmına ön testte % 50,6, son testte % 61.8 oranında doğru yanıt vermişlerdir. Sorunun ikinci kısmına verilen bilimsel kabul edilebilir yanıt oranı ön testte % 4,5 son testte ise % 5,6 dır. Burada da aynı sonuç ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin sorunun ilk kısmına verdikleri doğru yanıt oranı yüksek olduğu halde açıklama kısmındaki yanıtların bilimsel kabul edilebilirliği bir hayli düşüktür.

Orta öğretim öğrencilerine yöneltilen itme kavramı ile ilgili açık uçlu sorunun analizine bakıldığında öğrencilerin hemen hemen hepsinin itmenin nelere bağlı olduğundan habersiz oldukları söylenebilir. % 4.8 oranında orta öğretim öğrencisi itme kavramını kullanarak açıklama yapmışlar ancak bu açıklamalar bilimsel kabul edilebilir yanıtlar kategorisine girememişlerdir. Öğrencilerin % 16,1'i kuvvet kavramını kullanarak açıklama yapmışlar ancak bu açıklama sorunun tam yanıtı veya kısmi yanıtı olacak kadar güçlü değildirler. Sonuç olarak orta öğretim öğrencileri kuvvet kavramını itme kavramını kullansalarda itmenin tam olarak ne olduğunu bilmediklerinden zaman kavramını kullanarak bilimsel kabul edilebilir açıklamalarda bulunamamışlardır.

Orta ve yüksek öğretim öğrencilerinin itme kavramı ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- İtme bir cisme karşı koyabileceği güçten daha fazla kuvvet uygulanması demektir.
- İtme momentumdur.
- İtme, bir şeye kuvvet uygulanması ve onunda bu kuvvete karşı hızlanması veya yerini değiştirmesidir.
- İtme kuvvet uygulayarak yer değiştirmedir.
- İtme enerjiyi değiştiren, kinetiği potansiyele çeviren bir kuvvettir.

- Bir cisme kuvvet uygulandığında itme olması için cismin yer değiştirmesi gerekir. Yer değiştirme yoksa itmede olmaz.

Konunun tüm alt başlıklarıyla ilgili yanlışlara genel olarak bakıldığında momentumun kütle ve hızın çarpımına eşit olduğunu yüksek öğretim ve orta öğretim öğrencilerinin hemen hemen tümünün bildiği saptanmıştır. Ancak bilgileri sadece bu seviye de kalmakta bilmeleri gereken momentumun korunumu yasası, momentumun vektörel nicelik olması, İtmenin momentum değişimine eşit olması bilgilerine sahip olmadıkları olsalarda kavram yanlışlarının çok fazla olduğu öğrenmelerinin düşük seviyede kaldığı tespit edilmiştir.

Bunun en temel nedeni hem yüksek öğretim hem de orta öğretim kurumlarında konunun işlenişi sırasında sadece matematiksel işlem gerektiren sorular çözümlenmesi, konunun temel bilgilerine ağırlık verilmemesi ve müfredatta bu konu için ayrılan sürenin çok az olması (yüksek öğretimde 2 hafta) şeklinde sıralanabilir. Ayrıca kullanılan ders kitaplarında da sadece problem çözümüne yer verilmesi, orta öğretim kurumlarında konu ile ilgili deney yapılmadan geçilmesi, konunun diğer fizik konularına göre çok uzun bir konu olmaması nedeniyle öğretmenlerce titiz bir şekilde işlenmemesi de öğrencilerin öğrenme düzeylerinin düşük olmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmanın bir tarama modeli olduğu ve var olan durumu vurgulama amacı güttüğü 1. bölümde belirtilmiştir. Öğrencilerin öğrenme düzeylerini artırmak ve konunun öğretiminden önce var olan ve konunun öğretiminden sonra da devam etmekte olan kavram yanlışlarını gidermek için kavramsal değişimi hedefleyen yeni öğretim metodları geliştirilmelidir. Deneysel metodların kullanımının çok az olduğu düz anlatım yönteminin çoğunlukla tercih edildiği geleneksel öğretim yönteminin yerine kavramsal değişim metinleri içeren, kavram haritalarının kullanıldığı, konu ile ilgili çeşitli etkinliklerin düzenlendiği öğretim modelleri ile bu durum değiştirilebilir.

4.1 Araştırmacının Deneyimleri ve Bundan Sonraki alışmalar İçin neriler

Araştırmada veri toplama amacıyla kullanılan kavramsal anlama testinin oluşturulması aşamasında sorular belirlenirken çok fazla konu ile ilgili soru kaynağı bulunamaması nedeniyle güçlükler yaşanmıştır.

Veri toplama amacıyla valilikten izin alınması konusunda her hangi bir zorluk yaşanmamasına rağmen okullara ve niversitenin değişik fakültelerindeki bazı ğretmen ve ğretim elemanlarının olaya çok sıcak bakmamaları nedeniyle güçlükler yaşanmıştır. Öğretmenler genellikle konunun öğretiminden önce ve sonra test uygulanmasını sınıfın başarı düzeyini, dolayısıyla kendilerinin başarı düzeyini lceceğini, sınıf başarisının düşük çıkması durumunda kendilerinin başarisız nitelendirileceklerini düşünmektedirler. Bu durum testin kavramsal anlama testi olduğunun, sadece kavram yanılđılarının belirlenmesi amacıyla kullanıldığının, başarılı öğrencilerin bile kavram yanılđılarına sahip olmalarının çok normal bir durum olduğunun açıklanması ile aşılmıştır.

Karşılaşılan bir diğer durum ise araştırmaya katılan öğrencilerin testleri yanıtlamada ciddiyezsiz ve isteksiz olmaları durumudur. Öğrenciler, istekli bir şekilde testleri yanıtlamaları için motive edilmeye çalışılmış, üniversitelerde sadece eğitim verilmediğinin aynı zamanda bilimsel araştırmalarında yapıldığının bu nedenle bir bilimsel çalışmaya katkılarının olacağının açıklanması ile testlerin yanıtlama oranının artırılması sağlanmıştır.

Araştırmacıyı zor duruma sokan diğer bir olay ise n teste ve son teste aynı öğrencilerin katılması ve istenilen oranda katılımın sağlanması hususunda bazı ğretim elemanlarının derslerine girilip test uygulanmasına istekli olmamaları nedeniyle güçlük yaşanmasıdır. Bu durum o ğretim elemanının dersine girdiği bölümün testlerinin örneklemden çıkarılmasına sebep olmuştur. Başka araştırmacılarında aynı durumla karşılaşmamaları için ğretmen ve ğretim elemanlarının bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Öğrencilerin İtme ve Momentum konusundaki öğrenme düzeylerini ve kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma ile var olan durum ortaya konmuştur. Bu konuda çalışmak isteyen başka eğitimcilerde, var olan durumu değiştirmek ve kavram yanlışlarını ortadan kaldırmak amacıyla yeni öğretim modelleri geliştirip, deney ve kontrol grupları kullanılarak bu öğretim modelinin kavram yanlışlarının ortadan kaldırılmasında etkili olup olmadığını inceleyerek eğitimin kalitesini artırmaya katkıda bulunabilirler. Geliştirilen yeni öğretim modelleri, bilgisayar destekli öğretim etkinliklerinin düzenlenmesi, kavram haritası, kavram ağı ve anlam çözümleme tablosu gibi materyallerin kullanılması ile zenginleştirilebilir.

EK 1: Yüksek Öğretim Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinde Kullanılan Sorular

Soru 1: 3 tonluk kütleyle sahip 30 m/s hızla giden kamyonu mu yoksa 1 tonluk kütleyle sahip 80 m/s hızla giden bir arabayı mı durdurmak daha zordur?

Verdiğiniz yanıtın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

Soru 2: Sürtünmenin önemsiz olduğu bir ortamda başlangıçta biri durgun iki cisim çarpışır. Çarpışmadan sonra ikisinin de durması mümkün müdür?

Verdiğiniz yanıtın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

Soru 3: Bir patenci hızının büyüklüğü sabit kalacak şekilde dairesel bir yörüngede hareket ederken momentumu hakkında ne söylenebilir?

- A) Hızının büyüklüğü değişmediği için momentumu değişmez.
- B) Hızı değer olarak değişmez fakat vektörel olarak değiştiğinden momentumu da değişir.
- C) Hız değer olarak değiştiğinden momentumu da değişir.

Tercih ettiğiniz seçeneğin nedenini veya bu seçeneklerden hiç birine katılmıyorsanız size göre sorunun doğru yanıtını aşağıdaki boşluğa yazınız.

Soru 4: Bir cisim üzerinde büyük bir kuvvet, küçük bir kuvvetten daima daha büyük bir itme oluşturur mu?

Verdiğiniz yanıtın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

EK 2: Orta Öğretim Öğrencilerine Uygulanan Kavramsal Anlama Testinde Kullanılan Sorular

Soru 1: 3 tonluk kütleyle sahip 30 m/s hızla giden kamyonu mu yoksa 1 tonluk kütleyle sahip 80 m/s hızla giden bir arabayı mı durdurmak daha zordur?

Verdiğiniz yanıtın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....
.....
.....

Soru 2: Uzayın derinliklerinde boşlukta durmakta olan bir astronot kendisine fırlatılan bir topu tutuyor. Astronota ne olmasını beklersiniz?

Verdiğiniz yanıtın nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....
.....
.....

Soru 3: Bir patenci hızının büyüklüğü sabit kalacak şekilde dairesel bir yörüngede hareket ederken momentumu hakkında ne söylenebilir?

A) Hızının büyüklüğü değişmediği için momentumu değişmez.

B) Hızı değer olarak değişmez fakat vektörel olarak değiştiğinden momentumu da değişir.

C) Hız değer olarak değiştiğinden momentumu da değişir.

Tercih ettiğiniz seçeneğin nedenini veya bu seçeneklerden hiç birine katılmıyorsanız size göre sorunun doğru yanıtını aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....
.....
.....

Soru 4: Bir kaza esnasında şekli kolay bozulacak şekilde dizayn edilen arabaların, şekli kolay bozulmayan (dağılmayan) arabalara göre güvenlik açısından daha emniyetli olmasının nedenini aşağıdaki boşluğa kısaca açıklayınız.

.....
.....
.....

EK 3: Yüksek Öğretim Öğrencileri ile Yapılmış Olan Yarı Yapılandırılmış Görüşmelerde Kullanılan Sorular

1.1 Uzayın derinliklerinde boşlukta durmakta olan bir astronot kendisine fırlatılan bir topu tutuyor. Astronota ne olmasını beklersiniz? Neden?

1.2 Hemen hemen çok sert olan bilardo topları çarpıştığında momentum korunur. Süngerimsi yumuşak objeler çarpıştığında da momentum korunur mu? Neden?

2.1 Farklı kütlelerde üretilmiş olan bowling topları ile atış yapılmak istenmektedir. Aşağıda kütlesi ve hızı verilmiş olan bowling toplarının hangisi ile daha iyi sonuç alırız? (Yani hangisinin etkisi daha büyüktür?) Neden?

- a) 1000g kütleli, 2 m/s hızlı top
- b) 500 g kütleli, 6 m/s hızlı top
- c) 250 g kütleli, 10 m/s hızlı top

2.2 Bir savaş uçağından farklı kütle ve hızlarla demir güller atılmaktadır. Aşağıda kütle ve hızları verilmiş olan bu güllerden hangisinin camdan yapılmış bir gökdelenin çatısını kırma olasılığı en yüksektir?

- a) 2000 g kütleli, 20 m/s hızlı gülle
- b) 1000 g kütleli, 60 m/s hızlı gülle
- c) 500 g kütleli, 100 m/s hızlı gülle

3.1 Paten kayan bir çocuk dönemeçli bir yolda hızının büyüklüğü sabit kalacak şekilde kaymaktadır. Bu çocuğun momentumu değişir mi?

4.1 Başlangıçta durgun olan farklı kütleli iki top, 5 dakika süreyle aynı sabit kuvvetin etkisi altında bırakılırsa, kuvvetin etkisi ortadan kaldırıldıktan sonra bu iki topun momentumları nasıl olur? Karşılaştırınız.

5.1 Sizce momentum nedir? Açıklayınız.

5.2 Sizce İtme nedir? Açıklayınız.

KAYNAKÇA

- [1] Novak, J.D. ve Gowin, D. B., Learning How to Learn, Cambridge University Press, New York, (1984).
- [2] Duit, R., "Research on Students' Alternative Frameworks in Science Topics, Theoretical Frameworks, Consequences for Science Teaching", Proceedings on the second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, New York, USA, (1987).
- [3] Galili, I., "Mechanics Background Influences Students' Conceptions in Electromagnetism", *International Journal of Science Education*, 17(3), (1995), s.371-387.
- [4] Ülgen, G., Kavram Geliştirme, Pegem Yayıncılık, Ankara, (2001), s. 99-144.
- [5] Kaptan, F., Fen Bilgisi Öğretimi, Milli Eğitim Yayınevi, İstanbul, (1999), s.103-115.
- [6] Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., Turgut, F., Fizik Öğretimi, YÖK Yayınları, Ankara, (1997), s. 4.1-4.9
- [7] Driver, R. , Erickson, G., "Theories in Action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science", *Stud.Sci. Educ.*, 10, (1983),s.37-41
- [8] Ayas, A., "Secondary students' conceptions of introductory chemistry concepts in Turkey." *Journal of Chemical Education*,(1997), s. 26-30
- [9] Duit, R., Bibliography, Kiel, Germany: IPN, (1991), s. 154-155
- [10] Driver, R., Easley, J., "Pupils and paradigms: a review of literature related to concepts development in adolescent science students", *Stud. Sci. Educ.*, 5, (1978), s.61-65
- [11] Gilbert, J.K., Osborne, R.J., Fensham, P.J., "Children's science and its consequences for teaching", *Sci. Educ.*, 66(4), (1982),s.623-633
- [12] Meyer, Debra, K., "Recognizing and changing students' misconceptions", *College Teaching*, 41(3), (1993), s. 104-
- [13] Roth, K.J., "Conceptual change learning and student processing of science test." *Amerikan Eğitim Araştırmaları kongresi*, Chicago.(1985)
- [14] McDermott, L., Lawson, R., "Student understanding of the work-energy and impulse-momentum theorems.", *Am. J.Phys.*, 55(9), September, (1987),s. 811-817

- [15] Graham, T., Berry, J., “ A hierarchical model of the development of student understanding of momentum.”, *Int. Jou. Sci. Ed.*, 18(1), (1996), s. 75-91
- [16] McClelland, J.,” Misconceptions in mechanics and how to avoid them”, *Phys. Edu.*, 20, (1985), s.159-161
- [17] Ivowi, U., “Misconceptions in physics amongst Nigerian secondary school students”, *Phys. Edu.*, 19, (1984), s.279-285
- [18] Johnson, I., Crawford, K, Fletcher, R., “Students difficulties in learning quantum mechanics”, *Int. J. Sci. Educ.*, 20(4), (1998), s. 427-446
- [19] Güneş, P., İnceç, Ş., Taşar, M., “Öğretmen Adaylarının Açık Uçlu Sorularla Momentum ve İmpulsu Nasıl Tanımladıklarının Belirlenmesi”, *Gazi Ü. Eğt.Fak. Dergisi*, (2001)
- [20] Serway, R. A., Fen ve Mühendislik İçin Fizik, Palme Yayıncılık, İstanbul, (1996)
- [21] Kocakülah, M.S., A Study of the Development of Turkish First Year University Students' Understanding of Elektromagnetism and the Implications for Instruction, Ed.D. Thesis, School of Education, The University of Leeds, Leeds, UK, (1999).