MOMENTUM KAVRAMININ ÖĞRENME GELİŞİM SIRALAMASININ ARAŞTIRILMASI

Şebnem KANDİL İNGEÇ
Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi,
OFMAE Bölümü, Fizik Eğitimi ABD Öğretim Üyesi

Pervin ÜNLÜ
Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi,
OFMAE Bölümü, Fizik Eğitimi ABD Öğretim Üyesi

Mehmet Fatih TAŞAR
Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi,
İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi ABD Öğretim Üyesi

Geliş Tarihi: *27.10.2005* ***Yayına Kabul Tarihi:*** *01.08.2006*

ÖZET

Bu çalışmanın amacı momentum ve onu oluşturan elementer kavramların öğrenilme sırasını araştırmaktır. Çalışmaya farklı yaş gruplarından öğrenciler katılmıştır. 2001-2002 eğitim öğretim yılının bahar döneminin sonunda 6, 7, 8, 9 ve 10. sınıflarda okuyan toplam 158 öğrencinin katılımıyla bir uygulama yapılmıştır. Öğrencilerin sahip oldukları kavramsal hiyerarşiler, kavramsal işler hakkında yöneltilen açık-uçlu sorulara verdikleri cevapların nitel olarak analiz edilmesi yöntemiyle açığa çıkarılmıştır. Öğrencilere kütlenin korunumu, hız, momentum sabit olduğunda kütle ile hızın orantılı kullanımı ve momentumu içeren gösteri deneyleri yapılmış ve bu deneylere ait sorular yöneltilmiştir. Yaşları 12 ile 16 arasında değişen öğrencilerin katılımı ile gerçekleştirilen çalışmada momentum kavramı ile ilgili soruların başarı yüzdesinin diğerlerine oranla fazla olduğu görülmüştür. Bulgular göstermektedir ki, momentum, onu anlamak için gerekli olduğu düşünülen kütle ve hızın tam olarak bilinmesine ihtiyaç duyulmayan bir kavramdır. O halde, momentum kavramının öğretilmesi için hız kavramını öğretmek öncelikli olan bir durum değildir.

Anahtar Sözcükler*: Momentum, hız, kütlenin korunumu, fen eğitimi.*

INVESTIGATING THE LEARNING SEQUENCE OF THE CONCEPT OF MOMENTUM

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the learning sequence of the concept of momentum and the elementary concepts that form it. Students from different age groups participated in this study. A total of 158 students from grades 6, 7, 8, 9, and 10 (ages 12-16) participated in this study in the spring semester 2002. By utilizing the method of introducing open ended questions about concept tasks and qualitatively analyzing the responses students' concept hierarchies were revealed. In-class demonstration experiments were done about conservation of mass, velocity, using mass and velocity proportionately when mass is constant, and momentum. Students were required to answer questions related to each experiment. Results show that success rate in momentum questions are much higher than others. Findings suggest that understanding momentum does not require understanding the concepts of mass and velocity, which is thought to be necessary for understanding momentum. Therefore, teaching velocity prior to teaching momentum is not necessary.

Key Words*: momentum, velocity, conservation of mass, science education.*

1. GİRİŞ

Çizgisel momentum kavramı, kütle ve hız gibi temel iki kavramı içeren türetilmiş bir niceliktir. Bu sebeple momentumun anlaşılması fizik eğitimcileri ve hatta psikologların dikkatini çeken bir fenomendir.

Lawson ve McDermott (Lawson, 1987: 811) 28 üniversite öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında impuls-momentum ve iş-enerji kavramlarının ne derece anlaşıldığını araştırmışlardır. Araştırmada, bu kavramların fizik derslerinde işlenmesine rağmen edinilen ezbere bilgilerin gerçek hayatta ortaya çıkan durumlara uygulanmasında yeterli olmadığı, daha derin seviyede bilgi gerektirdiği vurgulanmıştır.

Güneş, İngeç ve Taşar (Güneş, 2002: 121) öğretmen adaylarının momentum ve impulsu tanımlamaları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Elde edilen bulgular üniversite birinci sınıf öğrencilerinin bu kavramları tanımlamakta güçlük çektiğini göstermektedir.

Graham ve Berry (Graham, 1996: 75) sadece momentum ve impuls konularını içeren bir "momentum hiyerarşi anketi" geliştirmişlerdir. Bu çalışmadaki amaç, momentum ve impuls konularının öğrenilmesi sırasında geçilen aşamaları bir öğrenme hiyerarşisi şeklinde modellemektir. Çalışmaya 17-18 yaşlarında ve momentum-impuls konularını derslerinde işlemiş olan 549 öğrenci katılmıştır. Sonuçlara göre çalışmaya katılan öğrenciler dört seviyeye (0, 1, 2, ve 3) ayrılmıştır. Buna göre:

0. seviyedeki öğrencilerin momentum hakkında ya kafalarının çok karışık olduğu ya da kütleyi ihmal ederek tamamen hıza dayalı bir görüşe sahip oldukları saptanmıştır.

1. seviyedeki öğrencilerin ise momentum ve impuls arasındaki ilişki veya momentumun korunumu kanunundan habersiz olmalarına rağmen momentumla ilgili temel fikirleri özümsedikleri ve ilgili durumları tanıyabildikleri ve hesaplayabildikleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte bu seviyedeki öğrenciler momentumu hâlâ bir vektör olarak algılamakta zorlanmaktadır.

2. seviyedeki öğrenciler öğrenme modeli hiyerarşisinde biraz daha ilerlemiş gözükmektedirler. Bu öğrenciler momentumu bir vektör olarak tanımlayabilmekte ve 1-boyutlu hareket içeren durumlar söz konusu olduğunda impuls-momentum denklemini ve momentumun korunumu ilkesini uygulayabilmektedirler.

3. seviyedeki öğrencilerin momentum kavramını tamamen pekiştirmiş olduğu tespit edilmiştir. Bu seviyedeki öğrenciler

momentumun doğası ile birlikte 2-boyutlu durumlar için impuls-momentum denklemini ve momentumun korunumu ilkesini iyi bir şekilde anladıklarını göstermişlerdir.

Piaget (Piaget, 1950)'e göre bilişsel öğrenme, kavramların hiyerarşik sırayla öğrenilmesi şeklinde olmaktadır. Böylece kompleks bir kavramın öğrenilmesi onu oluşturan basit kavramların öncelikli öğrenimini gerektirmektedir. Ancak Raven (1965) yaptığı bir çalışma ile aksine kanıtlar elde etmiştir. "İlkokul çocuklarında momentum kavramı üzerine bir inceleme" başlıklı bu çalışmada momentumu anlamak için gerekli olduğu düşünülen kavramların kendi içindeki gelişim (öncellik / sonralılık) sırası tayin edilmiştir. Yaşları 5 ilâ 8 arasında değişen, anaokulu ve ilkokul 1., 2., 3. sınıfların her birinden yirmişer kız ve erkekten oluşan toplam 160 öğrencilik bir grup rasgele seçilerek bu araştırma yapılmıştır. Sonuçlar, çocukların momentum hakkında onu oluşturan kavramları anlamaksızın, sezgisel olarak ve bu kavramların ayrı ayrı değil, fakat birlikte nasıl bir etki doğurduğuna yönelik bir anlayışa en baştan sahip olduklarını göstermiştir. Burada karmaşık (kompleks) kavramın çocuğun bilişsel düzeyine uygunluğu da önemlidir. Buna göre momentum kavramının öğrenilme süreci *psikolojik sıralama* olarak adlandırılan "momentum → madde miktarı korunumu → momentum sabitken kütle ve hızın orantılı kullanımı → hız" sırasını izlemektedir. (Raven: 1965)

Momentumun zihinde nasıl yapılandırıldığının araştırıldığı bu tür yararlı çalışmaların eski tarihli olması ve devamının gelmemesi dikkat çekici bir konudur.

2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Çalışmanın amacı kütle ve hız kavramlarının oluşturduğu bir kavram olan momentumun öğrenme gelişim sırasını tayin etmektir. "Momentumu anlamak için kütle ve hızın öncelikli olarak bilinmesi gerekir mi?" sorusunun cevabı araştırılarak momentum konusundaki öğretimin sürecinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaca yönelik, öğrencilerin hazırbulunuşluklarını ölçen 7 etkinlik düzenlenmiştir. Etkinlikler sırasıyla kütlenin korunumu, hız, momentum sabit iken kütlenin orantılı kullanımı, momentum sabit iken hızın orantılı kullanımı, momentumun kütleye bağlılığı ve momentumun hıza bağlılığı şeklindedir.

3. YÖNTEM

Momentum kavramı müfredatta 10. sınıfta yer almaktır. Bu sebeple araştırma için 10. sınıflar ve momentum kavramının öğrenme gelişim aşamalarını takip edebilmek amacıyla alt sınıflar araştırmaya dahil edilmiştir. Araştırmanın yapılacağı sınıflar belirlendikten sonra, öğrencilerden

samimi cevaplar alabileceğimiz, öğretmenleriyle kolay temas kurabileceğimiz ve araştırmaya açık olan okullardan seçilen, 2001-2002 eğitim öğretim yılı bahar döneminin sonunda Ankara'da öğrenim gören, 6., 7., 8., 9. ve 10. sınıflarda okuyan toplam 158 öğrencinin katılımı ile veri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. (bkz. Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmaya katılan öğrencilerin sınıflara göre yüzde ve sayısal olarak dağılımı.

Sınıf	**Öğrenci Sayısı**	**Yüzde Oranı**
6. Sınıf	37	%23
7. Sınıf	33	%21
8. Sınıf	33	%21
9. Sınıf	30	%19
10. Sınıf	25	%16

Kavramsal işlerin geliştirilmesi, Raven'ın 1965 yılında yapmış olduğu çalışmadaki deneylerin düzenlenmesi ve sorularının Türkçe'ye çevrilmesi şeklinde olmuştur. Öğrencilere kütlenin korunumu, hız, momentum sabit olduğunda kütle ile hızın orantılı kullanımı ve momentumu içeren gösteri deneyleri yapılmış ve bu deneylere ait sorular yöneltilmiştir. Deneylerin yapılma aşamasında ve sorularda "*momentum"* kelimesi kullanılmamaya dikkat edilmiştir. Bu uygulama aşağıdaki sıralama takip edilerek gerçekleştirilmiştir:

- Birinci soru kağıdının dağıtımı,
- Birinci deneyin yapılışı,
- Öğrencilerin nedeni ile birlikte soruyu cevaplandırması,
- Soru kağıdının toplanması (öğrencinin sonraki deneylerden etkilenerek cevabını değiştirmemesi için),
- İkinci soru kağıdı dağıtıldıktan sonra yukarıdaki sıra izlenerek deneylerin tamamlanması.

Sorular çoktan seçmeli ve üç seçenekli olacak şekilde hazırlanmıştır. Öğrencilerden seçeneklerden birini işaretledikten sonra bu seçeneği işaretleme nedenini açıklamaları istenmiştir. Araştırmaya katılan 158 öğrencinin bu sorulara verdikleri cevaplar tek tek incelenerek, üç kategoride değerlendirilmiştir. Bu kategoriler:

- [2]: Doğru seçenek işaretlenip, açıklaması doğru yapılan cevaplar
- [1]: Doğru seçenek işaretlenip, açıklaması yanlış yapılan cevaplar
- [0]: Yanlış seçenek işaretlenen cevaplar olmak üzere belirlenmiştir.

Uygulamada yapılan deneylerin kısa bir özeti ve sorular aşağıda verilmiştir.

3.1. Birinci Deney: Kütlenin Korunumu

Aynı miktarda oyun hamuru içeren iki küreden biri, küre şeklinden silindire dönüştürülmüştür.



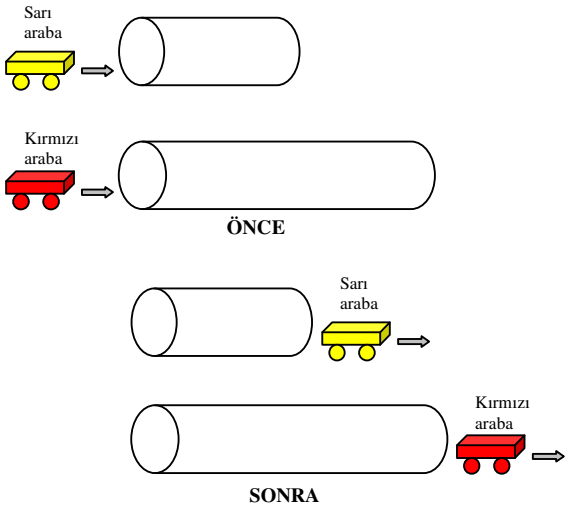
Şekil 1. Birinci deney

Soru 1: Küre şeklinden silindir şekline çevrilen oyun hamuru için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

1. Silindir küreye göre daha çok hamur içerir.
2. Silindir küreye göre daha az hamur içerir.
3. Silindir küreyle aynı miktarda hamur içerir.

3.2. İkinci Deney: Hız

Farklı uzunlukta iki yol üzerleri bir kutuyla kapatılarak tünel şeklinde hazırlanmıştır. Aynı özelliklere sahip sarı ve kırmızı arabalardan biri uzun yoldan diğeri de kısa yoldan gönderilecek şekilde tünellere sokulmuştur. İki arabanın da aynı anda tünellere girip aynı anda çıkmaları sağlanmıştır.



Şekil 2. İkinci deney

Soru 2: Yapılan deneye göre; arabaların hızları hakkında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

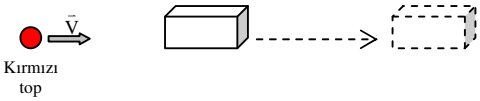
1. Kırmızı araba, sarı arabadan daha hızlıdır.
2. Sarı araba, kırmızı arabadan daha hızlıdır.
3. Kırmızı ve sarı arabanın hızları eşittir.

3.3. Üçüncü Deney: Momentum Sabit Tutularak Kütlenin Orantılı Kullanımı

Kırmızı bir topla masa üzerindeki boş bir kutuya vurularak kutunun bir miktar kaydırılması sağlanmıştır. Kırmızı topla yapılan bu deneyin, hız ve kutunun aldığı mesafe aynı kalacak şekilde sarı topla da yapıldığını düşünmeleri istenmiştir.

Soru 3: Kırmızının kütlesi, sarının kütlesinin 2 katı olan toplar kutuya vurularak kutunun aynı mesafeyi kayması isteniyor. Buna göre; sarı topa (hafif topa) aşağıdakilerden hangisini yaparsınız?

1. Kütle eklerim.
2. Kütle çıkarırım.
3. Kütlesine hiç dokunmam.



Şekil 3. Üçüncü deney

3.4. Dördüncü Deney: Momentum Sabit Tutularak Hızın Orantılı Kullanımı

3. deney tekrarlanmıştır.

Soru 4: Kırmızı topun kütlesi, sarı topun kütlesinin 2 katıdır. Deneyde gösterildiği gibi kırmızı topun kutuya aldırdığı mesafeyi, sarı topu kullanarak aldırmak için kırmızıya göre;

1.Daha hızlı yuvarlarım.

2.Daha yavaş yuvarlarım.

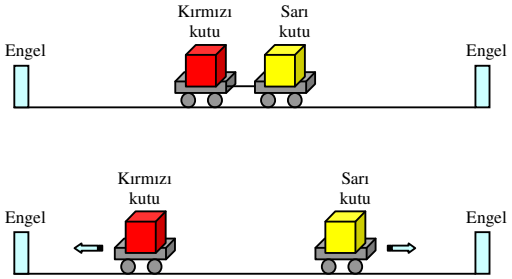
3.Aynı hızda yuvarlarım.

3.5. Beşinci Deney: Momentum

İçinde farklı kütleler bulunan biri sarı diğeri kırmızı iki kutu aynı özellikte iki araba üzerine monte edilmiştir. Arabaların arkaları birbiriyle temas haline getirilip her iki arabadan aynı mesafede olacak şekilde iki engel koyulmuştur. Arabaların aynı anda hareket etmeleri sağlanmış ve arabaların engellere farklı zamanlarda çarptığı gözlenmiştir.

Soru 5: Deneye göre, farklı zamanlarda engellere çarpan arabalar için aşağıdakilerden hangisi doğrudur? (Kutu içinde 1, 2 veya 3 blok olabilir; yada kutu boş olabilir.)

1. Kırmızı kutu, sarı kutuya göre daha çok blok içerir.
2. Kırmızı kutu, sarı kutuya göre daha az blok içerir.
3. Kırmızı ve sarı kutu aynı miktarda blok içerir.



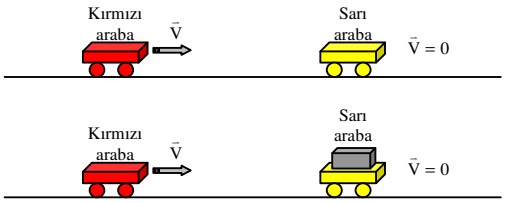
Şekil 4. Beşinci deney

3.6. Altıncı Deney: Momentum

Durgun haldeki sarı arabaya kırmızı arabanın çarparak, çarpışma sonrası sarı arabanın kırmızı arabanın çarpışma öncesindeki hızı ile hareket ettiği gösterilmiş ve arabaların eşit kütleye sahip oldukları belirtilmiştir.

Soru 6: Duran sarı arabayla hareketli kırmızı arabanın birbirleriyle çarpışmaları deneyde gösterildiği gibidir. Bundan yararlanarak; sarı arabaya kütle eklenirse, kırmızı arabanın çarpışmadan önceki hızına göre sarı araba;

1. Daha hızlı gider.
2. Daha yavaş gider.
3. Hızları eşittir.



Şekil 5. Altıncı deney

3.7. Yedinci Deney: Momentum

6. deney tekrarlanmıştır.

Soru 7: Aynı deneyde bu kez kırmızı arabaya kütle eklenirse, kırmızı arabanın çarpışmadan önceki hızına göre, boş olan sarı araba;

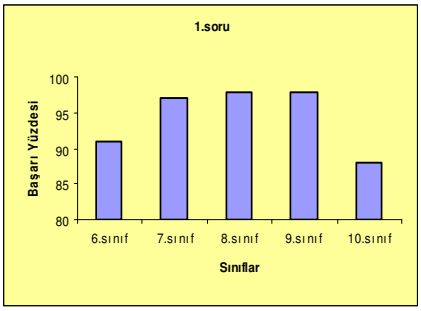
1. Daha hızlı gider.
2. Daha yavaş gider.
3. Hızları eşittir.

4. BULGULAR VE YORUMLAR

Yukarıda bahsedilen kategorilere ayırma işlemi ([0]: Yanlış seçenek işaretlenen cevaplar; [1]: Doğru seçenek işaretlenip, açıklaması yanlış yapılan cevaplar; [2]: Doğru seçenek işaretlenip, açıklaması doğru yapılan cevaplar) her bir öğrenci için yapılmış, sınıflara ve sorulara göre öğrenci sayıları Çizelge 2'de verilmiştir.

Bu çalışmanın amacı olan momentum ve onu oluşturan kavramların gelişim sırasının araştırılması için, çizelgede özetlenen sınıflara göre kategorilerin dağılımı sorulara göre tek tek ele alınmıştır. Yukarıda sözü geçen kategoriler not haline dönüştürülmüş ve bundan sonraki değerlendirme başarı yüzdesi olarak adlandırılmıştır.

Birinci soruda aynı miktarda oyun hamuru öğrencilerin gözü önünde küre şeklinden silindir şekline yuvarlandığı halde %100 başarıya hiçbir sınıfta ulaşılamamıştır. Başarı yüzdelerinin sınıflara göre dağılımı Şekil 6'da gösterilmiştir.



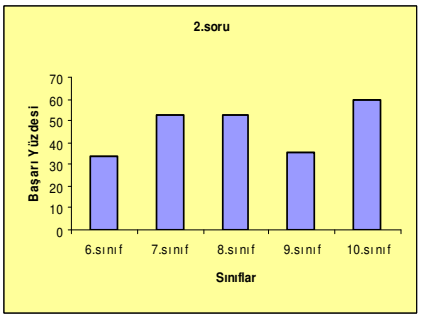
Şekil 6. Birinci soru için sınıflara göre başarı yüzdesi

Çizelge 2. Sınıflara ve sorulara göre kategorilerdeki öğrenci sayıları

		Sorular							Kategori
		1	2	3	4	5	6	7	
Sınıflar	6.Sınıf	3	23	4	11	12	6	19	0
		1	3	13	10	7	2	7	1
		33	11	20	16	18	29	11	2
	7.Sınıf	-	10	6	3	5	4	5	0
		2	11	6	7	11	8	16	1
		31	12	21	23	17	21	12	2
	8.Sınıf	-	10	3	3	12	5	10	0
		1	11	10	8	4	1	9	1
		32	12	20	22	17	27	14	2
	9.Sınıf	-	19	2	4	3	6	2	0
		1	1	5	10	6	6	19	1
		29	10	23	16	21	18	9	2
	10.Sınıf	3	9	6	2	-	3	9	0
		-	2	1	1	6	1	7	1
		22	14	18	22	19	21	9	2

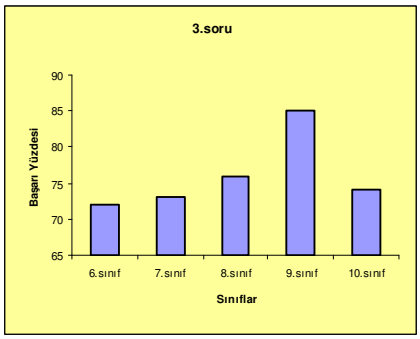
Raven'ın çalışması göz önüne alındığında 7 yaşından itibaren kütlenin korunumu hakkında bir problem olmaması gerekirken; 6. sınıf yani 12 yaş grubundan üç öğrenci bu soruda hatalı seçeneği işaretleyip anlamsız açıklama yapmıştır. Bu soru ile ilgili diğer sınıflarda yaşanan sıkıntı ise, birkaç öğrencinin küre ile silindirin hacmini karıştırarak hamurun miktarının aynı olduğu gerçeğini göz ardı etmeleridir.

Hız kavramının irdelendiği ikinci soruda farklı yolları aynı sürede alan arabaların hızları sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların başarı oranının % 60'ın altında olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 7). Bu durum, çalışmanın yapıldığı sınıflardaki öğrencilerde hız kavramının henüz yerleşmemiş olduğunu göstermektedir.



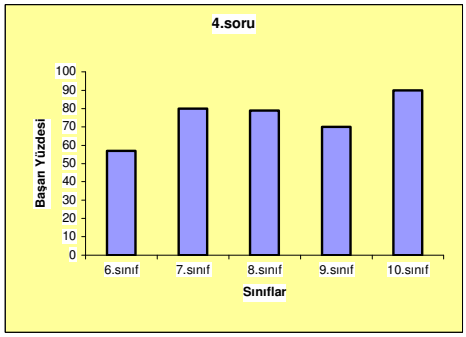
Şekil 7. İkinci soru için sınıflara göre başarı yüzdesi

Momentum sabitken kütlenin orantılı kullanımını araştırmak için yapılan üçüncü deneyin ardından sorulan soruya verilen cevapların değerlendirilmesi sonucunda başarı yüzdelerinin sınıflara göre dağılımı Şekil 8'de görülmektedir.



Şekil 8. Üçüncü soru için sınıflara göre başarı yüzdesi

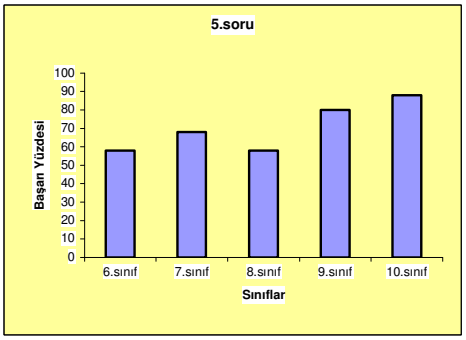
9.Sınıf dışındaki sınıfların başarı oranı %70'ler civarındadır. 9. sınıfın ise başarısı % 85'e ulaşmıştır.



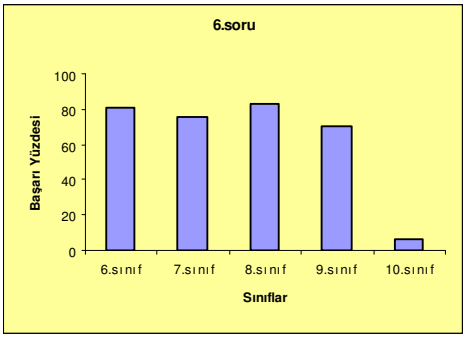
Şekil 9. Dördüncü soru için sınıflara göre başarı yüzdesi

Momentum sabitken hızın orantılı kullanımının araştırıldığı dördüncü soru için üçüncü deney tekrarlanmış ve verilen cevaplar değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda başarı yüzdelerinin sınıflara göre dağılımı Şekil 9'daki grafikte verilmiştir.

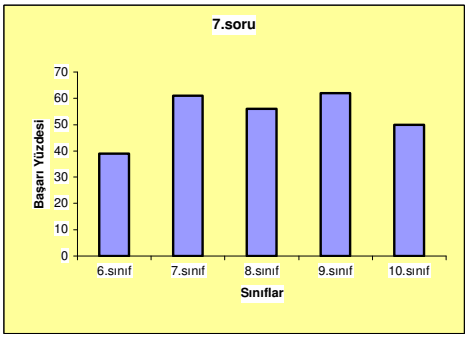
5., 6. ve 7. sorular kütle ve hız kavramının birlikte düşünülerek cevaplanması gereken türde sorulardır. Yani, momentum kavramının doğrudan incelenmesine olanak sağlamaktadır. Her üç soru da momentum kavramıyla doğrudan ilgili olduğu halde bu sorulara verilen cevapların dağılımı yorum yapmayı kısıtlayıcı şekilde geniş bir yelpazeye sahiptir. Bu sorular için başarı yüzdelerinin sınıflara göre dağılımları Şekil 10, 11 ve 12'de verilmiştir.



Şekil 10. Beşinci soru için sınıflara göre başarı yüzdesi



Şekil 11. Altıncı soru için sınıflara göre başarı yüzdesi



Şekil 12. Yedinci soru için sınıflara göre başarı yüzdesi

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yukarıda analizi sunulan, yaşları 12 ile 16 arasında değişen öğrenciler üzerinde yapılan bu çalışma; Raven'ın başta hipotez olarak sunduğu fakat deneysel çalışması sonucunda reddetmek zorunda kaldığı *mantıkî sıralamanın* değil *psikolojik sıralamanın* momentumun anlaşılmasında geçerli olan sıralama olduğunu desteklemektedir. Yapılan bu çalışmada 6, 7, 8, 9 ve 10. sınıflarda başarı yüzdelerine göre öğrenilme sıralanışının kütlenin korunumu, momentum ve hız şeklinde olduğu görülmüştür (bkz. Çizelge 3).

Çizelge 3 incelendiğinde her sınıf düzeyinde momentum kavramı ile ilgili soruların başarı yüzdesinin hız kavramı ile ilgili soruların başarı yüzdesinden önemli bir oranda fazla olduğu görülmektedir. Bu sonuç, momentumun, onu anlamak için gerekli olduğu düşünülen kütle ve hızın tam olarak bilinmesine ihtiyaç duyulmayan bir kavram olduğunu düşündürmektedir. Bu çalışma yapılırken günlük hayatta pek kullanılmayan "momentum" kelimesinden deneylerde ve sorularda hiç bahsedilmemiştir. Buna rağmen momentum kavramının, araştırmanın yapıldığı öğrencilerde hız kavramına göre daha iyi yerleşmiş olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. Kütlenin korunumu, momentum ve hız kavramlarını içeren soruların başarı yüzdelerinin sınıflara göre dağılımı

	6.sınıf Başarı %si	7.sınıf Başarı %si	8.sınıf Başarı %si	9.sınıf Başarı %si	10.sınıf Başarı %si
Kütlenin korunumu	91	97	98	98	88
Momentum	61	72	70	74	78
Hız	34	53	53	35	60

Raven'ın yapmış olduğu çalışmada da işaret ettiği gibi momentum, küçük yaşlarda sezgisel olarak ve günlük deneyimler ile oluşan bir kavramdır. O halde momentum kavramının öğretilmesi için hız kavramını öğretmek öncelikli olan bir durum değildir. Aycan ve Yumuşak (2002)'ın lise fizik müfredatındaki konuların anlaşılma düzeyleri üzerine yaptıkları çalışmada, öğrencilerin anlamada zorlandıkları fizik konuları sıralamasında momentum ilk sıralarda yer almaktadır. Bu yüzden momentum kavramının küçük yaşlarda sezgisel olarak var olan durumunun bir avantaj olarak, bu kavramın öğretilmesinde, başlangıç noktası alınarak kullanılması önemli bir katkı sağlayacaktır.

Kütlenin korunumunun, araştırmanın yapıldığı yaşlardaki öğrencilerin zihinlerinde yapılanmış ve kavram yanılgısı içermeyen bir konu olduğu tespit edilmiştir. Bazı psikologların (Elkind, 1961: 219;

Lovell ve Ogilvie, 1960: 109) maddenin korunumu üzerine yapmış oldukları çalışmalarda 8 yaşına gelindiğinde bu kavramın öğreniminin %75 oranında tamamlandığı vurgulanmaktadır. Raven'ın çalışmasında da 8 yaş kütlenin korunumu konusunun yerleşmeye başladığı yaş olarak belirlenmiştir.

Graham ve Berry'nin (Graham, 1996: 77) çalışmalarında belirttikleri en alt seviyedeki öğrencilerde yanlış kavrama sonucu momentumu sadece hıza bağlı olarak algılama eğilimi olduğundan bahsedilmektedir. Çizelge 3'te sunulan başarı oranları incelendiğinde momentum konusunda % 70 civarında başarı gözlenmektedir. Raven'ın (1967-1968: 216) çalışmasında ise momentum 7-8 yaşındaki çocukların neredeyse tamamının doğru olarak algıladıkları bir kavram olarak göze batmaktadır. Psikologların yaptığı başka bir çalışmada ise hız kavramının gelişimi araştırılmış ve 9 yaşına kadar çocukların dörtte üçünün bu kavramı doğru bir şekilde algılayabildikleri ortaya çıkmıştır (Lovell, Kellett ve Moorhouse, 1962: 101). Tüm bu çalışmalar dikkate alındığında momentum kavramının hız kavramından daha önce oluştuğu göz önünde tutularak bu konunun öğretiminin yapılması gerekliliği açıkça görülmektedir.

Bu araştırmaların sonuçlarının momentum ve daha sonra buna benzer yapılacak çalışmaların sonuçlarının fizik öğretiminin geliştirilmesi ve oluşabilecek kavram yanılgılarına engel olunmasında yararlı olacağı kanaatindeyiz.

6. KAYNAKLAR

Aycan, Ş. ve Yumuşak, A. (2002). Lise Fizik Müfredatındaki Konuların Anlaşılma Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma, IV. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara.

Elkind, D. (1961). Children's Discovery of the Conservation of Mass, Weight and Volume:Piaget Replication Study II, J. Genetic Psychol., 98, 219-227.

Graham, T. ve Berry, J. (1996). A Hierarchical Model of The Development of Student Understanding of Momentum. Int. J. Sci. Educ., 18(1), 75-79.

Güneş, P. Ü., İngeç, Ş. K. ve Taşar, M. F. (2002). Momentum ve İmpuls Kavramlarını Anlama-I: Öğretmen Adaylarının Açık Uçlu Sorularla Momentum ve İmpulsu Nasıl Tanımladıklarının Belirlenmesi,

Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(3), 121-138.

Lawson, R. A. ve McDermott, L. C. (1987). Student Understanding of the Work-Energy and Impulse-Momentum Theorems. American Journal of Physics 55(9), 811-817.

Lovell, K. Ve Ogilvie, O. (1960). A Study of the Concept of Conservation of Substance in the Junior School Child, Brit. J. Ed. Psychol., 30, 109-118.

Lovell, K., Kellet, V. ve Moorhouse, E. (1962). The Growth of the Concept of Speed: A Comparative Study.J. Child Psychol. Psychiatry, 3, 101-110.

Piaget, Jean, (1950). The Psychology of intelligence, Harcourt, Brace and World, New York.

Raven, R. J. (1965). An investigation Into The Concept of Momentum In Primary School Children, unpublished Ed. D. dissertation, University of California at Berkeley, Berkeley, California.

Raven, R. J. (1967-1968). The development of the Concept of Momentum in Primary School Children. Journal of Research in Science Teaching. 5, 216-223.