

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ**

**6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KUVVET VE HAREKET KONUSUNDAKİ  
ALTERNATİF KAVRAMLARININ BELİRLENMESİ VE KAVRAMSAL  
GELİŞİMİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Sevda SEÇER**

**Balıkesir, Eylül-2008**

T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ

6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KUVVET VE HAREKET KONUSUNDAKİ  
ALTERNATİF KAVRAMLARININ BELİRLENMESİ VE KAVRAMSAL  
GELİŞİMİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

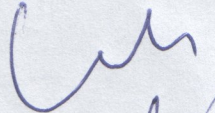
Sevda SEÇER

Sınav tarihi: 29.08.2008

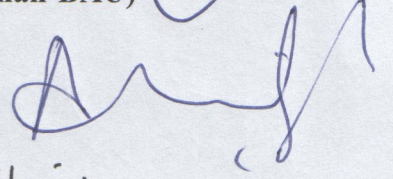
Jüri üyeleri: Prof. Dr. A. Hikmet AKSEL (Danışman-BAÜ)



Yrd. Doç Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER (Danışman-BAÜ)



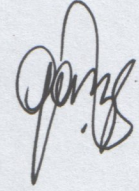
Yrd. Doç. Dr. Asuman KÜÇÜKÖZER (BAÜ)



Yrd. Doç. Dr. Neşet DEMİRCİ (BAÜ)

Neşet Demirci

Yrd. Doç. Dr. Gamze ARIKIL (BAÜ)



Balıkesir, Eylül-2008

## ÖZET

### 6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KUVVET VE HAREKET KONUSUNDAKİ ALTERNATİF KAVRAMLARININ BELİRLENMESİ VE KAVRAMSAL GELİŞİMİN İNCELENMESİ

Sevda SEÇER

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,

İlköğretim Anabilim Dalı

(Yüksek lisans tezi/ Tez Danışmanları: Prof. Dr. A. Hikmet AKSEL, Yrd. Doç.

Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER, Balıkesir, 2008)

Bu araştırmanın amacı ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve hareket konularındaki alternatif kavramlarını belirlemek ve öğrencileri kavramsal gelişim açısından izlemektir. Bu çalışma Balıkesir il merkezinde bulunan bir ilköğretim okulunda öğrenim gören toplam 64 öğrenci ile ve içlerinden kavramsal gelişimlerini takip etmek için seçilen 8 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla öğrencilere kavramsal anlama testi uygulanmıştır ve öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramlar belirlenmiştir. Öğretim boyunca 8 öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve öğretim sesli ve görüntülü olarak kaydedilmiştir.

Elde edilen verilerin analizi nitel veri analiz yöntemlerinden içerik analiziyle yapılmıştır. Öğretim öncesi yapılan test göstermiştir ki öğrenciler literatürde var olan birçok alternatif kavrama sahiptirler. Öğretim boyunca izlenen öğrencilerin kuvvet, sürat, dengelenmiş-dengelenmemiş kuvvetler ve yerçekimi kavramlarına ilişkin gelişimine bakıldığında öğrencilerin bazı kavramlarda bilimsel kavrama ulaştığı görülürken bazılarında tam olarak gelişme olmamıştır. Program bu alternatif kavramların çoğunun göz önünde bulundurulmaması ve programda yer alan bazı alternatif kavramlara ise yeteri kadar vurgu yapılmaması nedeniyle öğrencilerin bu kavramlarında bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Kuvvet ve hareket ile ilgili alternatif kavramlar, kavramsal gelişim, ilköğretim 6. sınıf öğrencileri.

## **ABSTRACT**

### **DETERMINING SIXTH GRADE STUDENTS' ALTERNATIVE CONCEPTIONS ABOUT FORCE AND MOTION UNIT AND INVESTIGATING CONCEPTUAL DEVELOPMENT**

**Sevda SEÇER**

**Balıkesir University, Institute of Science,**

**Department of Primary Science Education**

**(Master Thesis Supervisors: Prof. Dr. A. Hikmet AKSEL,**

**Asst. Prof. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER**

**Balıkesir,2008)**

The aim of this study is to find out 6 grade students' alternative conceptions about force and motion and to observe their conceptual developments. The study was carried out with a total of 64, 6 grade primary students at Balıkesir (Turkey) in 2007-2008 educational years. A conceptual understanding test was developed and applied before and after instruction. To observe the conceptual development of the students, 8 of 64 students were observed during 5 week instruction and interviewed by semi structure ways for five times during 5 weeks. The instruction also video and audio taped.

The data obtained in this study were analyzed by qualitative methods. It is found that many of the students have various alternative conceptions about force and motion. 8 students observed during instruction did not achieve the scientific conceptions and they still had the alternative conceptions those exist before instruction. Although these alternative conceptions are the common ones found in the last two decades about force and motion studies, science and technology educational program does not take them into consideration much. Therefore, the difference in conceptions before and after the instruction was not enough to make us able to observe a conceptual development about these alternative conceptions.

**KEYWORDS:** Alternative conceptions about force and motion, conceptual development, sixth grade primary students.

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa</u></b>
ÖZET, ANAHTAR SÖZCÜKLER	ii
ABSTRACT, KEY WORDS	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
GİRİŞ	1
1.1 Kavram	2
1.2 Alternatif Kavramlar	4
1.3 Kavramsal Değişim	5
1.4 Kavramsal Gelişim	6
1.5 Araştırmanın Amacı	7
1.6 Araştırmanın Önemi	8
1.7 Araştırma Soruları	8
1.8 Sayıtlar	9
1.9 Sınırlılıklar	9
2. KAYNAK TARAMASI	10
2.1 Kavramsal gelişim ile ilgili çalışmalar	10
2.2 Kuvvet ve Hareket Konusuna İlişkin Alternatif Kavramlar	12
3. YÖNTEM	15
3.1 Örneklemin Seçimi ve Özellikleri	15
3.2 Verilerin Toplanması	15
3.2.1 Kavramsal Anlama Testi	15
3.2.2 Öğretimin İzlenmesi	17
3.2.3 Görüşme	17
3.3 Verilerin Analizi	17
4. BULGULAR VE YORUM	19
4.1 Kuvvet ve Hareketle İlgili Alternatif Kavramlar	19
4.2 Kuvvet Ve Hareketle İlgili Bazı Kavramların Kavramsal Gelişimi	53
4.2.1 Kuvvet Kavramının Gelişimi	53
4.2.2 Sürat Kavramının Gelişimi	57
4.2.3 Dengelenmiş- Dengelenmemiş Kuvvet Kavramının Gelişimi	61
4.2.4 Yerçekimi Kavramının Gelişimi	73
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	78
5.1 Sonuçlar	78
5.1.1 Kuvvet ve Hareketle İlgili Alternatif Kavramlar	78
5.1.2 Kuvvet ve Hareketle İlgili Bazı Kavramların Kavramsal Gelişimi	80
5.2 Öneriler	81
6. KAYNAKÇA	83
EK: Kuvvet ve Hareket Kavramsal Anlama Testi	87

**TABLO LİSTESİ****Sayfa**

Tablo 4.1.1 Kavramsal anlama testi 1. soru	20
Tablo 4.1.2 Öğrencilerin kuvvet kavramına ilişkin görüşleri	23
Tablo 4.1.3 Öğrencilerin sürat kavramına ilişkin görüşleri	25
Tablo 4.1.4 Öğrencilerin enerji kavramına ilişkin görüşleri	26
Tablo 4.1.5 Öğrencilerin yerçekimi kavramına ilişkin görüşleri	28
Tablo 4.1.6 Öğrencilerin 4. sorunun a ve b seçeneklerine verdikleri cevaplar	32
Tablo 4.1.7 Öğrencilerin 4. sorunun c ve d seçeneklerine verdikleri cevaplar	32
Tablo 4.1.8 Öğrencilerin 5. sorunun a ve b seçeneklerine verdikleri cevaplar	35
Tablo 4.1.9 Öğrencilerin 5. sorunun c ve d seçeneklerine verdikleri cevaplar	35
Tablo 4.1.10 Öğrencilerin 6. sorunun a seçeneğine verdikleri cevaplar	38
Tablo 4.1.11 Öğrencilerin 6. sorunun b seçeneğine verdikleri cevaplar	38
Tablo 4.1.12 Öğrencilerin 6. sorunun c seçeneğine verdikleri cevaplar	39
Tablo 4.1.13 Öğrencilerin 6. sorunun d seçeneğine verdikleri cevaplar	39
Tablo 4.1.14 Öğrencilerin 6. sorunun e seçeneğine verdikleri cevaplar	40
Tablo 4.1.15 Öğrencilerin 7. sorunun a seçeneğine verdikleri cevaplar	43
Tablo 4.1.15 Öğrencilerin 7. sorunun b seçeneğine verdikleri cevaplar	44
Tablo 4.1.17 Öğrencilerin 7. sorunun c seçeneğine verdikleri cevaplar	44
Tablo 4.1.18 Öğrencilerin 8. sorunun 1. seçeneğine verdikleri cevaplar	48
Tablo 4.1.19 Öğrencilerin 8. sorunun 2. seçeneğine verdikleri cevaplar	49
Tablo 4.1.20 Öğrencilerin 8. sorunun 3. seçeneğine verdikleri cevaplar	49
Tablo 4.1.21 Öğrencilerin 8. sorunun 4. seçeneğine verdikleri cevaplar	49
Tablo 4.1.22 Öğrencilerin 8. sorunun 5. seçeneğine verdikleri cevaplar	50
Tablo 4.1.23 Öğrencilerin 8. sorunun 6. seçeneğine verdikleri cevaplar	50
Tablo 4.1.24 Kavramsal anlama testi 8. soru genel bakış	51
Tablo 4.2.1 Öğrencilerin kuvvet kavramına ilişkin görüşleri	54
Tablo 4.2.2 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin kuvvet kavramına ilişkin görüşleri	55
Tablo 4.2.3 Öğrencilerin sürat kavramına ilişkin görüşleri	58
Tablo 4.2.4 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin sürat kavramına ilişkin görüşleri	59
Tablo 4.2.5 Öğrencilerin 4. soru a ve b şıklarına verdikleri cevaplar	62
Tablo 4.2.6 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 4. sorunun a ve b şikkına verdikleri cevaplar	63
Tablo 4.2.7 Öğrencilerin 5. sorunun a ve b şikkına verdikleri cevaplar	64
Tablo 4.2.8 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 5. sorunun a ve b şikkına verdikleri cevaplar	65
Tablo 4.2.9 Öğrencilerin 6. sorunun d seçeneğine verdikleri cevaplar	66
Tablo 4.2.10 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 6. sorunun d seçeneğine verdikleri cevaplar	67

Tablo 4.2.11 Öğrencilerin 6.sorunun e seçeneğine verdikleri cevaplar	70
Tablo 4.2.12 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 6.sorunun e seçeneğine verdikleri cevaplar	70
Tablo 4.2.13 Öğrencilerin 3. soruya verdikleri cevaplar	73
Tablo 4.2.14 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 3. soruya verdikleri cevaplar	74

## ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

Şekil 4.1.1 Kavramsal anlama testi 1. soru	19
Şekil 4.1.2 Kavramsal anlama testi 2. soru	22
Şekil 4.1.3 Kavramsal anlama testi 3. soru	28
Şekil 4.1.4 Kavramsal anlama testi 4. soru	31
Şekil 4.1.5 Kavramsal anlama testi 5. soru	34
Şekil 4.1.6 Kavramsal anlama testi 6. soru	37
Şekil 4.1.7 Kavramsal anlama testi 7 soru	42
Şekil 4.1.8 Kavramsal anlama testi 8. soru	47
Şekil 4.2.1 Görüşme sorusu	68
Şekil 4.2.2 Görüşme sorusu	69



## ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca, beni yönlendiren, rehberlik eden hocam Prof. Dr. A. Hikmet AKSEL'e,

Lisans öğrenimimden bu yana bana bilgisiyle yeni ufuklar açan ve çalışmalarına sabırla katkıda bulunan hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER'e,

Yüksek lisans çalışmam boyunca bana maddi ve manevi her türlü desteği verip, her koşulda yanımda olan annem, babam ve tüm sevdiklerime,

Yüksek lisans çalışmamda sağladığı maddi destek ile TÜBİTAK-Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na,

Emeği geçen herkese sonsuz teşekkür ederim.

Sevda SEÇER

Balıkesir 2008

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde 2005–2006 eğitim-öğretim yılında uygulanmaya başlanan programın temelini yapılandırmacı öğrenme kuramı oluşturmaktadır. Bu kuram öğrencilerin pasif birer bilgi alıcı değil, bilgiyi kendilerinin yapılandığı savunmaktadır. Geçmiş yıllarda yapılan birçok araştırma öğrencilerin sınıflara boş kaplar şeklinde gelmediklerini günlük hayata dair gözlemlerini ve algılarını birleştirip kendi bilgilerini yapılandıklarını ortaya çıkarmıştır. Yeniden oluşturulan fen öğretim programı; öğrenci merkezli, öğretmen ve öğrencilerin birlikte aktif olduğu, ders kitaplarına ek olarak çeşitli kaynaklara dayalı, öğrencinin bilgiye kendisinin ulaşabildiği, konuları çok boyutlu ve anlamlı işleyen, bilimsel öğrenim sürecini geliştirmeyi ön plânda tutan yapıcı-yaratıcı yöntemle geliştirilmiştir.

Küçük yaşlardan itibaren öğrencilerin zihninde fen bilimleri ile ilgili kavramların gelişimi başlar. İlköğretimde kavramların tam ve doğru olarak öğretilmesiyle, küçük yaşlarda fen okur-yazarlığı kazanan bir öğrenci, ilerleyen yaşlarda karşılaştığı birçok durumu mantık kuralları çerçevesinde inceleyebilir [1].

İlköğretimin ilk yıllarından itibaren önem verilmesi gereken bir süreç de kavram öğretimidir. İçerdikleri kavramların büyük çoğunluğu soyut olan fen disiplinlerine ait temel kavramların, ilköğretimde tam ve doğru olarak öğretilmesi öğrencilerin ortaöğretim ve daha sonraki dönemlerdeki kavramları anlamalarında oldukça önemlidir. Öğrencilerin temel konularda yanlışlarının olması ve yeterli eğitimin sağlanamaması öğrencilerin bilgiyi yapılandırmasında problemlerle karşılaşmasına sebep olabilmektedir [2].

Yapılandırmacı kuramın bilgiyi oluşturan bireyleri geliştirmek üzere olduğu göz önüne alındığında öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların yine kendileri tarafından bilimsel kavramlara doğru geliştirilmesi gerektiği görülmektedir. Bu nedenle öğrencinin kavramsal gelişim açısından takip edilmesi ve bu süreçte

gelişime engel olan ya da gelişimi kolaylaştıran durumların tespit edilmesi, öğrencinin bilgiyi bu süreçte nasıl yapılandığı anlaşıldığında öğrenene yardımcı faktörlerin de bu doğrultuda düzenlenmesi sağlanabilecektir.

## 1.1 Kavram

Yaşantı sürecindeki deneyimlerimiz sonucunda iki veya daha fazla varlığı ortak özelliklerine göre bir arada gruplayıp diğer varlıklardan ayırt ederek zihnimize bir düşünce birimi olarak depolarız. İşte bu düşünce birimlerine kavram denir [3]. Bir başka deyişle kavram, insan zihninde anlamlanan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi formudur [4].

Kavramlar bilgilerin yapıtaşlarını, kavramlar arası ilişkiler de bilimsel ilkeleri oluşturur. İnsanlar çocukluktan başlayarak bilimsel düşüncenin birimleri olan kavramları ve onların adları olan sözcükleri öğrenirler. Kavramları sınıflar, kavramlar arasındaki ilişkileri bulurlar. Böylece bilgilerine anlam kazandırır yeniden düzenler hatta yeni kavramlar yeni bilgiler üretirler [5]. Yeni öğrenilen kavramlar daha önce öğrenilmiş veya geliştirilmiş kavramlarla açıklanmaktadır. Bu durum aslında insan düşünme sürecini işleten malzemenin kavramlar olduğunun ve bilinen kavramlar yoluyla bilinmeyenler açıklanmaya çalışıldığına bir göstergesidir. Sonuçta ise yeni kavramlar yapılanmakta ve bu süreç yaşam boyu devam etmektedir. [3]

Farklı çalışmalar sonucunda elde edilen kavram'a ilişkin in genel özellikler aşağıda kısaca özetlenmektedir (Driver 1986, Gunstone ve Watts 1985, Hierrezuelo ve Montenero 1991) (aktaran [6]).

- (1) Kavramlar sürekli olarak gerçeği anlama yollarının düzenlendiği aktif şemalardır.
- (2) Farklı yaş ve kültürlerdeki insanlarda benzer doğal fikirler vardır.
- (3) Bireyin sahip olduğu kavramlar tutarlıdır ve günlük olguları açıklamada kişi bu kavramları kullanır.

(4) Sıklıkla öğrenciler bir anlam verirler ve aynı kavramı farklı anlamlarda da kullanırlar.

(5) Kendiliğinden oluşan fikirler, sezgiler tarafından oluşturulur.

1970'lerin başında araştırmalar, öğrencilerin belli fen konularındaki düşünmelerinin ardında yatan kavramsal modeller üzerine odaklanmaya başladı. Araştırmacılar, öğrencilerin doğal olguları kavramsallaştırma yollarını araştırmak ve tanımlamak için görüşmeler ve çeşitli yorumlama tekniklerini kullandılar. Bu araştırmaların sonucunda anlamlı öğrenmelerin bir bilgi sisteminin yapısal organizasyonunu içerdiğinin farkına varıldı [7].

Gilbert, Osborne ve Fensham (1982) tarafından yapılan araştırma, öğrencilerin pasif öğrenenler olmadığını göstermiştir. Öğrencilerin deneyimlerini anlamlandırmada kullandıkları yol, bu sezgisel bilgilere “çocukların bilimi” denmesine imkan vermiştir. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki öğrenciler sınıflara bilimsel görüşlerle uyum içinde olmayan hatta bazen tamamen zıt olan kavramlarla gelirler [8].

Elde edilen sonuçların fen eğitimcilerini ve öğretmenleri doğrudan ilgilendirmesi ve öğretme işinin merkezinde yatan anlama ve iletişim problemlerini aydınlatması nedeniyle araştırmaların, öğrencilerin fen kavramlarına odaklanmasını artırmıştır. (Osborne ve Wittrock 1983, Gilbert ve Swift 1985) (aktaran [7]).

Ülkemizde yeni programın temel dayanaklarından biri de yapılandırmacı kuramdır. Kısaca yapılandırmacı görüşe göre kavramlardan bahsedilirse; kavramlar, bir konu hakkında nasıl mantık yürüttüğümüzü, hangi yolu izlediğimizi, nasıl örneklendirdiğimizi vs. sekiendirir ve belirler. Fen eğitiminde deneyimler anahtar rol oynar. Öğrencilerin sahip olduğu kavramlar, diğer bir deyişle öğrencinin bir olaya bakış açısı gözleneni etkiler. Öğrencilerin problem çözme davranışları daha çok sahip oldukları kavramlardan etkilenir [9]. Yapılandırmacı kuramda, öğrenenler kendi zihinsel tasarımlarını inşa ederler ve bunları karşılaştıkları yeni durumları yorumlamada kullanırlar. Bu zihinsel tasarımlar ya da kavramsal şemalar yaşanan deneyimlere uyumlu olup olmadıklarına göre sürekli gözden geçirilirler. (von

Glaserfeld,) (aktaran [7]). Öğrenenler, bilgi şemaları ile yeni deneyimler arasındaki denge sürecinde kendi öğrenmelerini yapılandırır [7].

## 1.2 Alternatif Kavramlar

Öğrenciler bazen kavramları, kendi anlayışlarına uygun bir şekilde yorumlarlar. Bunun sonucunda bilimsel kavramlar ile ilgili bilim adamları tarafından kabul edilenlerden farklı ve çoğunlukla onlarla çelişen bilgiler oluştururlar. Fen eğitimi çalışmalarından ortaya çıkan sonuçlara göre [10];

1. Öğrenciler sınıflara fiziksel dünyayla ilgili çok çeşitli ön fikirler ya da kavramlarla gelirler. Öğrenciler “boş kaplar” değildirler.
2. Bu kavramların çoğu önemli noktalarda bilim adamlarının sahip olduğu görüşlerden ayrılır.
3. Farklı ülke ve kültürden öğrencilerde benzer ön fikirler, kavramlar olduğu görülmüştür.
4. Bazı durumlarda bu ön fikirler üstüne yeni bilginin inşa edilmesine kolaylık sağlarken birçok durumda etkili bir öğretim için engel oluştururlar.

Araştırmacılar bu kavramları: Novak (1977) **ön kavramlar**, Driver ve Easley (1978) **alternatif kavramlar**, Helm (1980) **kavram yanlışları**, Sutton (1980) **çocukların bilimsel sezgileri**, Gilbert, Watts ve Osborne (1982) **çocukların bilimi**, Halloun ve Hestenes (1985) **genel duyu kavramları** olarak isimlendirmişleridir (aktaran [11]).

Öğrencilerin öğretim öncesi bu fikirlerine farklı isimler verilmesinin nedeni araştırmacıların söz konusu fikirlere ilişkin farklı görüşlere sahip olmalarından kaynaklanır. Örneğin klasik görüşü benimseyen fen eğitimcileri, bilimsel fikirler ile uyuşmayan düşünce birimlerini açıklamak için kavram yanlışları terimini kullanmaktadır. Alternatif kavramlar terimi ise bireylerin kişisel deneyimleri sonucunda elde ettiği bilgiyi, zihninde kendisinin düzenlediği ve yapılandığı anlamına gelmektedir. (Mutimucio 1998) (aktaran [12]). Bu çalışmada öğrencilerin

öğretim öncesinde sahip olduğu kavramları öğretim sürecinde nasıl yapılandırdığının incelenmesi amaçlandığından alternatif kavramlar terimi kullanılması uygun görülmüştür.

### **1.3 Kavramsal Değişim**

Alternatif kavramlardan bilimsel fikirlere doğru bir değişim olarak ifade edilen kavramsal değişimi terimini Smith ve diğerleri (1993) “kavram yanlışlarının giderilmesi ve anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesi için, mevcut bilgilerin gözden geçirilmesi ve yeni bilgilerle uyum sağlamak amacıyla yanlış bilgilerin değiştirilmesi” olarak tanımlamışlardır [13].

Vosniadou ve Ioannides (1998), iki tür kavramsal değişim olduğundan söz eder, bunlar; kendiliğinden olan ve öğretimle oluşan değişimdir. Bu değişimleri açıklamak için çeşitli varsayımlar öne sürerler. Bilgi kazanımı dereceli bir süreçtir. Bu süreç esnasında var olan bilgi yapıları zenginleştirilir ya da yeniden yapılandırılır. Kavramsal yapılar birbiriyle ilişkili gözlem, inanç ve tahminlerin karmaşık bir ağıdır. Bu karmaşık ağ görece tutarlı açıklayıcı bir çerçeve oluşturur. Kavramsal değişim sadece o konuyla ilgili inanç ve tahminlerdeki değişimi içermez. Aynı zamanda kavram üstü farkındalığın gelişimini ve açıklayıcı gücü, tutarlılığı ve sistematikliği olan bir teorik çerçeve yapılandırılmasını da gerektirir [14]. Kavramsal değişim, sadece var olan yapıları zenginleştirmeyi değil bu yapıların yeniden sağlam bir şekilde organize edilmesini ve yapılandırılmasını içerir [15, 16]. Kavramsal değişim yaklaşımı, öğrencilerin kavram yanlışlarından yani bilimsel olmayan bilgilerinden (alternatif kavramlar), bilimsel olarak kabul edilen bilgilere (bilimsel kavramlar) geçiş yapabilmeleri konusunda öğrencileri cesaretlendiren alternatif bir yaklaşımı temsil eder. Ayrıca bu yaklaşım, Piaget’in özümleme, düzenleme ve dengeleme ilkeleri üzerine kuruludur [17].

## 1.4 Kavramsal Gelişim

Kavramsal gelişim, alternatif kavramları uzun süreli keşfetme, geliştirme ve evrimleştirme süreci olarak düşünülebilir. Ayrıca belirli açıklamalar ve tahminler için en iyi temeli oluşturacak alternatif kavramların değişim sürecidir [18]. Thagard'ın (1992) deyişiyle, bir kavram daha açıklayıcı tutarlılığa sahip olabilir ve daha çok kullanılmaya eğilimli olur. Bu kavram daha iyi anlaşılır ve bu nedenle daha mantıklıdır ve uygulanması kolaydır [19].

Kavramsal gelişim öğrenenin bilişsel yapısında rekabet halinde bulunan kavramsal çerçeveler arasındaki mantıklı değişimi içerir. Kavramsal gelişim öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramları gelişim için kaynak olarak görür. Bu uzun zamandır çeşitli araştırmacılar tarafından savunulan bir görüştür [20, 21,22].

Kazanılan bilgi en az üç çatı içinde kavramsallaştırılabilir. Birinci çatı içinde, bilgi kazanma süreci, ilgili kavramların yokluğundan varlığına doğru bir değişimi içerir. Bu nedenle öğrenci önceden sahip olmadığı bir kavramı ders sırasında kazanabilir. İkinci çatıda, kazanma süreci, fene ait olgular ile sezgisel anlamalardan, fen ilkeleri ile tutarlı anlamalara doğru değişimi içerir. Üçüncü çatıda ise, öğrenci başlangıçtaki çeşitli sorunlu anlamalar ile yer değiştirmek yerine bunlar ile yarışan ve birlikte oluşabilen ilgili kavramların pek çok farklı anlamaları ile derse gelebilir ve dersten ayrılabilir. Yani bu süreç içinde bu fen kavramları, baştaki sezgisel anlamalar ile yer değiştirmek yerine birlikte var olabilir [23].

Taber'e (2001) göre kavramsal gelişim, öğrencinin sahip olduğu bilginin yapısının değişimidir ve fen eğitimcilerinin de amacı bu değişimi kolaylaştırmaktır. Eğer öğrenene öğretmenin kazandırmaya çalıştığı fikirler üzerinde, keşfedebileceği ve tartışma yapabileceği uygun fırsatlar verilirse, öğrenenin epistemolojik yani bilgiyi oluşturma yapısında bilimsel görüşlere doğru bir değişim olacaktır. Kavramsal gelişimin öğrenenin bilişsel yapısında yarış halinde bulunan kavramsal yapılar arasındaki mantıksal değişimi içermesi, öğrenenin sahip olduğu alternatif kavramların kavramsal gelişim için bir kaynak olarak görülmesi görüşünü destekler [18].

Driver'a (1989) göre, öğrencilerin bilimiyle formal bilim arasında köprüler oluşturmak "ara düşünceler" ya da "ara kavramlar" oluşturabilir. Uygun ara kavramlar, kavramsal ekoloji için temel unsurlar olabilir. Böylece bu ara kavramlar, öğrenenin bilişsel yapısında sağlam bir yer edinebilmek için uygun anahtar bilimsel modeller içerebilirler [18]. Niedderer ve Goldberg'e göre (1996) ara kavramlar, öğrenme sürecinde gelişen, hem öğretim öncesi sahip olunan alternatif kavramlardan hem de bilimsel kavramlardan farklı olan kavramlardır. Öğrenenin öğretim öncesi sahip olduğu alternatif kavramların ve öğretim sürecinde sunulan bilimsel kavramların bir karışımıdır. Sadece bir durum için bir kere ifade edilmenin ötesinde kararlı bir yapıdadırlar [24].

Bilim adamları ara kavramlar için farklı terimler kullanmışlardır. Galili, Bendall ve Goldberg (1993) **hibrid (melez) bilgi** [25], Vosniadou (1994) **sentetik modeller** [26], Driver (1989) [7] ile Niedderer ve Goldberg (1996) [24] ise **ara fikirler/ ara kavramlar** olarak tanımlamıştır.

Kavramsal gelişimde öğrenme sürecinin incelenmesi, öğretim öncesinde bir alternatif kavramın öğretim boyunca ara kavramlara dönüşüp dönüşmediğinin belirlenmesine olanak sağlar. Böylece öğretim sırasında oluşan farklı bilişsel seviyelerin gidişatı incelenebilir. Öğretim sırasında oluşan ara kavramlar atlama taşlarına benzetilebilir. Uygun ara kavramlar, öğrencinin bilimsel kavrama ulaşmasında kolaylaştırıcı rol oynayabilir ve öğrenme çevresinin de bilimsel kavrama ulaşacak şekilde yeniden düzenlenmesine olanak sağlayabilir.

### 1.5 Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı ilköğretim 6. sınıf düzeyinde öğrencilerin kuvvet ve hareket konusundaki alternatif kavramlarını ortaya çıkarmak ve kuvvet, sürat, dengelenmiş-dengelenmemiş kuvvetler ve yerçekimi kavramlarıyla ilgili kavramsal gelişimlerini izlemektir.



## 1.6 Araştırmanın Önemi

Uzun yıllardır yapılan çalışmalar, öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası bilgileri üzerine yoğunlaşmıştır. Çok az çalışma öğrenme süreciyle ilgilidir. Öğretime yapılandırmacı çerçeveden bakıldığında öğrencilerin düşünceleriyle ilgili öğretim boyunca bilgi edinilmesi önem kazanmıştır. Çünkü yapılandırmacı görüşte öğrenci kendi bilgisini kendisi yapılandırmaktadır. Tüm süreç boyunca gelişimin izlenmesi, bilginin öğrenci tarafından nasıl yapılandırıldığına anlaşılmasını kolaylaştıracaktır. Bu anlayış araştırmaların odağını öğrencilerin anlamalarının tüm süreç boyunca takip edilmesine yöneltmiştir. Bir bireyin ya da grubun öğretim boyunca yaptığı etkinliklerin takip edilmesi, öğrencilerin kavramsal seviyelerinin belirlenmesinde önemli bilgiler sağlayabilir [27].

Ülkemizde uygulanmaya başlanan yapılandırmacı program göz önünde bulundurulduğunda, öğretmenin öğrencinin öğrenme çevresini yapılandırmasında kontrolü vardır fakat bu kontrol öğrencinin zihninde olup bitenlere müdahale edemez. Öğrencinin yapılandığı anlamalar ve kavramlar, öğretmenin yapılandırması ve amacından farklı olabilir [28]. Öğrenenin belirli zaman aralıklarında takip edilmesi gerekir ki onun bilişsel yapısındaki değişimler belirlenebilsin [18]. Öğrencinin öğretim sürecinde kendi anlamalarını nasıl yapılandığına takip edilmesi, süreçte bulunan değişkenlerin rolünün anlaşılmasına da kolaylık sağlayabilir. Bu değişkenlerin etkilerinin bilinmesi de sürecin kontrol altında tutulmasına imkan verecektir. Öğrenin tüm süreç boyunca takip edilmesinin gerekliliği, kavramsal gelişim çalışmalarının önemini artırmaktadır.

## 1.7 Araştırma Soruları

1. İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket konularına ilişkin alternatif kavramları nelerdir?

2. Kuvvet, sürat, dengelenmiş-dengelenmemiş kuvvetler ve yerçekimi kavramlarıyla ilgili kavramsal gelişim nasıldır?

### **1.8 Sayıtlar**

- Uygulanan kavramsal anlama testi ve görüşmeler öğrencilerin konuyla ilgili fikirlerini ortaya çıkarmada yeterlidir.
- Araştırmanın örneklemindeki öğrenci sayısı, öğrencilerin kavramsal gelişimiyle ilgili bilgi elde etmek için yeterlidir.

### **1.9 Sınırlılıklar**

Bu araştırma 2007–2008 öğretim yılında Balıkesir il merkezindeki bir ilköğretim okulundaki 6. sınıftaki toplam 64 öğrenci ve kavramsal gelişimi takip edilen 8 öğrenciyle sınırlıdır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölüm iki başlık altında incelenmiştir. Birinci başlıkta kavramsal gelişimle ilgili yapılmış çalışmalardan örnekler verilecektir. İkinci başlıkta ise kuvvet ve hareket konularına ilişkin literatürden elde edilen alternatif kavramlar sunulacaktır.

### 2.1 Kavramsal Gelişimle İlgili Çalışmalar

Niedderer ve Petri'nin 1998 yılında 18 yaşındaki bir öğrencinin atomlar ve elektronlarla ilgili düşüncelerinin gelişimini 4 ay boyunca izlemişlerdir. Öğrenci öğretimin başında atom modelleriyle ilgili olarak gezegensel modele sahipken, farklı ara kavramlar geliştirip sonunda bilimsel kavram olan kuantum atom modeline ulaştığı belirlenmiştir [29].

Psillos ve Kariotoglu 1999 yılında yaptığı çalışmada 3 öğrenciyle 1 dönem boyunca ses ve görüntü kaydı alıp görüşmeler yapmışlardır. Öğrencinin akışkanlarla ilgili kuvvet ve basınç kavramları hakkındaki düşünceleri incelenmiştir. Öğrenci öğretimin başında basınç kavramı ile kuvvet kavramını aynı olarak nitelendirirken öğretimde bazı ara kavramları geçerek bilimsel kavrama ulaşmıştır [30].

Taber 2001 yılında bir öğrenciyle kimyasal bağlar konusunda 2 yıl süreyle çalışmıştır. Öğrenci öğretim öncesinde kimyasal bağları sadece oktet kuralıyla açıklarken, öğretim sonrasında Coulomb kuvvetleriyle açıklamaya başlamıştır [18].

Vosniadou ve Brewer 1994'teki çalışmalarında ilköğretim 1., 3. ve 5. sınıf öğrencileriyle çalışmalar yapmışlardır. Öğrencilerin gece-gündüz oluşumuyla ilgili düşünceleri üzerine yaptıkları çalışmada küçük yaştaki öğrencilerin sezgisel modellere sahip olduklarını daha büyük yaştaki çocukların ise öğretimle geliştirdikleri yeni sentetik modeller oluşturduklarını gözlemlemişlerdir. Bu sentetik

modellerin, öğrencilerin öğretim öncesi sahip oldukları sezgisel modelle öğretim sonrası sahip oldukları modelin bir karışımı şeklinde olduğunu tespit etmişlerdir [16].

Niedderer ve Goldberg (1996), üç kolej öğrencisiyle bir ünite boyunca öğrencilerin elektrik devreleriyle ilgili kavramsal gelişimini incelemişlerdir. Öğrenciler baştan elektrik akımıyla ilgili olarak, akımın pilden ampule enerji taşıdığını düşünürlerken öğretim sonunda tam olarak bilimsel kavrama ulaşamamaları da çeşitli ara kavramlar geliştirip akımı mikroskobik düzeyde anlama noktasına gelmişlerdir [24].

Scott (1992), bir öğrenciyle bir ünite boyunca maddenin yapısı konusunda çalışmıştır. Öğrenciyle bazı derslerden sonra görüşmeler yapılmıştır. Öğrencinin sıvılar, katılar ve gazlarla ilgili sahip olduğu alternatif kavramların zaman içinde değişimi gözlenmiştir. Öğrenci baştan bir kap içinde bulunan gazın nasıl görüldüğünü çizmesi istendiğinde kabın tamamını gölgelendirirken yani gazı bütün bir madde olarak gösterirken öğretim sonunda gazın parçacıklardan oluştuğunu göstermiştir [31].

Palmer ve Flanagan (1998), 30 öğrenciyle kuvvet ve hareket konusunda görüşmeler ve ön test- son test uygulaması yapmışlardır. Görüşmelerde farklı örnek durumlar vererek öğrencilerin kuvvet konusundaki görüşlerini ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Öğrencilerden bazıları öğretim öncesi bir cisim havaya fırlatıldığında üzerine etki eden kuvvetin devam ettiğini düşünürken, öğrencilere iddialarını çürütücü metinler verip görüşmeler yapmışlar ve tekrar bu alternatif kavramın değişim sürecini gözlemlemişlerdir. Bazı öğrenciler alternatif kavramlarını sürdürürken bazı öğrenciler ise metindeki bilimsel ifadeyi doğru olarak kabul etmişlerdir [32].

Dekers ve Thijs (1998), 2 yıl boyunca toplam yedi sınıftaki öğretimi takip etmişlerdir. Ön test ve son test uygulamaları, ders sonrası görüşmeler yapmışlar ve öğretimi sesli ve görüntülü olarak kaydetmişlerdir. Görüşmelerde öğrencilere kuvvet ve hareketle ilgili bir metni ya da diagramı açıklamaları istenen durumlar sunmuşlardır. Ön testte öğrencilerin “hareket kuvvet gerektirir” alternatif kavramına

sahip olduklarını tespit etmişler ve öğretimi bilişsel çatışma oluşturacak şekilde düzenlemişlerdir. Öğretim sonunda son testte öğrencilerin doğru cevaplarında bir artış olduğunu fakat kavramsal anlama düzeyinde öğrencilerin çok büyük bir gelişim göstermediğini belirlemişlerdir [33].

Dykstra ve Sweet, 4., 6. ve 8. sınıf öğrencileriyle kuvvet ve hareket konuları üzerine çalışmışlardır. Öğrencilere ön test uygulandıktan sonra 20 saatlik bir öğretim uygulamışlardır. Öğretimde bilgisayar destekli küçük grup tartışmaları yapılmıştır. Öğretim sonunda son test uygulanarak öğrencilerin kavramlarındaki gelişime bakılmıştır. Öğretim öncesinde öğrencilerin verilen bir hareketi açıklamaları istendiğinde öğrenciler, cismin hareketinin sadece yönünü söylerken öğretim sonunda süratinin kademeli olarak değişimini de açıklamaya başlamışlardır [34].

## 2.2 Kuvvet ve Hareket Konularına İlişkin Alternatif Kavramlar

Halloun ve Hestenes (1985) yaptıkları çalışmada mekanikle ilgili tanılayıcı bir test geliştirmişler ve testi öğrencilere uygulayıp ardından görüşmeler yapmışlardır. Kuvvet ve hareketle ilgili öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların bir listesini oluşturmuşlardır [35]. Öğrencilerin alternatif fikirlerinin Aristo fiziği ve impetus fiziğine olan yakınlığını incelemişlerdir. Öğrencilerin özellikle serbest düşme ile fikirlerinin Aristo ile benzerlik gösterdiği görülmüştür (Aristo'ya göre *“hareket kuvvet gerektirmektedir.”* *“Eğer bir cisme hareket doğrultusunda etki eden bir kuvvet varsa cisim hareketine devam eder.”*). Clement de (1982) çalışmasında benzer sonuçlar bulmuştur [36]. Minstrell (1991), yaptığı çalışmada öğrencilerin tıpkı Aristo'nun düşündüğü gibi *“sabit sürat için sabit bir kuvvet gereklidir”* düşüncesine sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmalarda *“pasif cisimlerin kuvvet oluşturamayacağı”* görüşü de bulunmuştur [37]. Öğrencilerin sadece canlı varlıkların kuvvet oluşturabileceği yönünde görüşleri de mevcuttur [35, 37]. Öğrencilere göre cansız varlıklar kuvvet oluşturamazlar ve onlar sadece hareketi durdurma ya da yönlendirme noktasında etki eden engellerdir [38, 39].

Halloun ve Hestenes'in (1985 ve 1992) belirttiği impetus kavramını çalışmışlardır [35, 40]. Öğrenciler doğrudan bu kavramı kullanmamakla birlikte bu terimi ima eden başka terimleri örneğin kuvveti kullanmaktadırlar. İmpetus cisimlerin hareketini devam ettiren, "*harekete geçirici güç*", "*içsel kuvvet*" olarak düşünülebilir. Öğrenciler, nasıl ki bir araba benzin depoluyorsa her cismin de içinde böyle bir itici güç barındırdığını düşünmektedirler. Öğrenciler, sürtünmesiz bir ortamı hayal etmekte zorlanmaktalar [35], bir cismin konumu ile süratini birbirine karıştırmaktalar, iki cisim yan yana olduğunda aynı sürate sahip olacaklarını düşünmektedirler [41].

Duit, 1984 yılında farklı ülkelerden toplam 234 tane 6. sınıf öğrencisiyle çalışmıştır. Yaptığı çalışmada öğrencilere bir anket uygulamış ve öğrencilerden enerji, iş, kuvvet ve güç terimlerinin anlamlarını tanımlamaları istenmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin enerjiyi güç ve kuvvet kavramlarıyla ilişkilendirdikleri ortaya çıkmıştır [42]. Ayrıca Trumper'ın (1998) aktardığına göre, Viennot, 1979; Watts ve Gilbert, 1983, yaptıkları çalışmalarda enerji kavramı ile diğer fiziksel terimler arasında özellikle de kuvvet kavramı arasında öğrencilerin bir ayırım yapmadığını belirtmişlerdir (aktaran [43]). Benzer bir sonuç Hestenes ve arkadaşlarının 1992'deki çalışmasında da görülmektedir [35]. Gilbert ve Watts (1983) öğrencilerin, enerjinin yaşayan ve hareket eden şeylerle ilgili olduğu görüşüne sahip olduklarını açıklamıştır (aktaran [43]).

Gilbert ve Pope (1986), öğrencilerin enerji kavramına ilişkin alternatif fikirlerinin bir listesini sunmuşlardır. Bu listedeki bazı maddeler aşağıdaki gibidir [44]:

- 1. İnsan merkezli görüş:** Enerji insanlarla ilişkilidir.
- 2. Depo:** Bazı nesnelere enerjiye sahiptir ve onu harcarlar.
- 3. Bileşim maddesi:** Enerji, etkin olmayan ve bir kıvılcımla ortaya çıkan nesnelere içindeki bileşimdir.
- 4. Aktivite:** Enerji belirgin bir etkinlik, aktivitedir.

Watts 1982'de 12-17 yaşlarındaki öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapmış ve sonucunda öğrencilerin yerçekimiyle ilgili bazı alternatif kavramlarını ortaya çıkarmıştır [45]. Bu alternatif kavramlar şöyledir:

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

### **3. YÖNTEM**

#### **3.1 Örneklemin Seçimi ve Özellikleri**

Araştırmanın örneklemini Balıkesir ili merkezindeki bir ilköğretim okulu 6. sınıfında öğrenim gören 64 öğrenci oluşturmaktadır. Okul amaçlı örneklem yöntemiyle seçilmiştir. 64 öğrenci içinden 8 öğrenci kavramsal gelişim açısından takip edilmiştir. Öğrenciler yarı yarıya farklı şubelerden seçilmiştir. Öğrenciler seçilirken, ön testte elde edilen veriler doğrultusunda alternatif kavramlara sahip olup olmadıkları göz önünde bulundurulmuştur.

#### **3.2 Verilerin Toplanması**

Verilerin toplanmasında üç farklı ölçme yöntemi kullanılmıştır. Bunlar, kavramsal anlama testi, öğretimin görüntülü ve sesli kaydı, öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmelerdir.

##### **3.2.1 Kavramsal Anlama Testi**

Öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrası, kuvvet ve hareket konularına ilişkin sahip oldukları alternatif kavramları belirlemek amacıyla açık uçlu toplam 8 sorudan oluşan bir kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Testteki sorular oluşturulurken bazı sorular doğrudan literatürden alınmış bazı sorular ise araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Testin içerik geçerliliğini sağlamak amacıyla, beş tane fizik eğitimcisi tarafından testteki sorular incelenmiş ve ardından bu test pilot çalışma olarak uygulandıktan sonra gelen dönütlere göre teste son hali verilmiştir. Testin geliştirilmesinin aşamaları aşağıda belirtilmiştir.



## **Birinci Aşama**

- 1. Adım:** Kuvvet ve hareket konusunda yapılmış olan çalışmalar incelendi.
- 2. Adım:** Araştırma konusuna uygun Milli eğitim ilköğretim 1. kademe 6. sınıf fen ve teknoloji programındaki hedef ve davranışlar incelendi.
- 3. Adım:** Fen ve teknoloji programındaki kazanımlarla uyumlu olacak şekilde literatürden sorular dikkate alındı.
- 4. Adım:** Programda yer alan bazı kazanımlara uygun olarak literatür dışı, araştırmacı ve birkaç fizik uzmanı tarafından sorular hazırlandı.
- 5. Adım:** 8 tane soru oluşturuldu ve sorular pilot çalışmada kullanılacak şekilde düzenlendi.
- 6. Adım:** Hazırlanan test, ilköğretim 6. sınıf 24 kişilik bir örnek gruba uygulandı.

## **İkinci Aşama**

- 1. Adım:** Pilot çalışma yapıldıktan hemen sonra testin uygulandığı gruptan birkaç öğrenci ile sorular üzerine görüşme yapıldı. Öğrenciler soruları açıklayıcı bulduklarını ifade ettiler. Sorular incelendikten sonra öğrencilerin gözden kaçırdığı düşünülen bazı kelimeler koyu yazılarak düzeltme yapıldı.
- 2. Adım:** Düzenlenen test tekrar farklı bir öğrenci grubuna uygulandı ve test gerçek uygulamaya hazır hale getirildi.

Testte yer alan sorulardan; birinci ve ikinci soru araştırmacı tarafından fizik uzmanlarının da görüşü alınarak geliştirilmiştir. Üçüncü soru Rosebery ve Warren (2000) çalışmasından alınmıştır[46]. Dördüncü, beşinci ve yedinci soru University of York'taki EPSE Project çalışmasından alınmıştır [47]. Altıncı soru literatürdeki alternatif kavramlar incelenerek araştırmacı ve fizik uzmanları tarafından geliştirilmiştir. Sekinci soru ise Clement'in (1982) çalışmasından esinlenilerek hazırlanmıştır [36].

### **3.2.2 Öğretimin İzlenmesi**

Kuvvet ve hareket konusunda öğretime başlanmadan bir hafta önce sınıfta video kaydı yapılmaya başlanmıştır. Böylece öğrencilerin gözlemlendikleri için rahatsız olmaları ve dikkatlerinin dağılması engellenmeye çalışılmıştır. Öğretim 5 hafta sürmüştür ve 5 hafta boyunca öğretim video cihazı ile kaydedilmiştir. Sınıftan kavramsal anlama testinin ön uygulamasının sonuçları da göz önünde bulundurularak iki sınıftan 4 öğrenci belirlenmiştir. Bu öğrencilerden bir grup oluşturulmuş ve küme düzeni şeklinde karşılıklı oturtulmuşlardır. Öğrencilerin konuşmalarını daha iyi duyabilmek için sıralarının üzerinde ayrıca bir de ses kayıt cihazı bulundurulmuştur.

### **3.2.3 Görüşme**

Kavramsal gelişimi izlenen 8 öğrenciyle 5 haftalık öğretim boyunca toplam 5 görüşme yapılmıştır. Görüşmeler yarı yapılandırılmış biçimde olup her bir öğrenciyle yaklaşık 20 dakika görüşülmüştür. Öğrencilere testteki soruların yanı sıra programda yer alan kazanımlarla ilgili sorular da sorulmuştur. Soruların öğretim öncesinde ve sonrasında olmak üzere benzerleri sorularak öğrencilerdeki gelişim izlenmeye çalışılmıştır. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.

### **3.3 Verilerin Analizi**

Kavramsal anlama testi, görüşmeler ve ders kayıtlarının analizi, içerik analizi yöntemiyle yapılmıştır.

İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. İçerik analizi yoluyla verileri tanımlamaya, verilerin içinde saklı olabilecek gerçekleri ortaya çıkarmaya çalışırız. İçerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır [48].

Verilerin kodlanması, verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılmıştır. Bu tür kodlama özellikle belirli bir kuramsal temeli olmayan konularda yapılan araştırmalar için geçerlidir. Öğrencilere bir numara verilmiştir. Bu numaralar sayesinde öğrenci cevaplarını gösteren tabloda hangi öğrencinin hangi cevabı verdiği görülebilmektedir. Öğrenci numaraları, öğrenci kodu olarak ifade edilmiştir. Bazı öğrenciler birden fazla farklı cevabı verdikleri için, cevapları farklı bir kategori oluşturularak karma cevaplar adı altında toplanmıştır.

Toplanan verilerin analizinde rehberlik edecek bir kavramsal yapı olmadığı için içerik analizi, toplanan verilerin tümevarımcı bir analize tabi tutulması sonucu araştırmacı tarafından ortaya çıkarılır. Bu tür araştırmalarda araştırmacı, verileri satır satır okur ve araştırmanın amacı çerçevesinde önemli olan boyutları saptamaya çalışır. Ortaya çıkan anlama göre araştırmacı belirli kodlar üretir ya da doğrudan verilerden yola çıkarak kodlar oluşturur. Özetle, tümevarımcı analizde kodlar doğrudan verilerden üretilir [48].

Öğrencilerin kavramsal anlama testine verdikleri cevaplar ile kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin bazı kavramlara ilişkin gelişimleri ayrı başlıklarda sunulmuştur.

#### 4. BULGULAR VE YORUM


Bu bölüm iki alt başlıktan oluşmaktadır. Birinci başlıkta öğrencilere öğretim öncesi ve sonrası uygulanan kuvvet ve hareket kavramsal anlama testinin ön test uygulamasından elde edilen alternatif kavramlar sunulmuştur. Bu veriler, her bir soruyla ilgili tablo verilerek ve görüşmelerdeki diyaloglardan alıntılar yapılarak gösterilmiştir. İkinci başlıkta ise öğrencilerin kuvvet, sürat, dengelenmiş-dengelenmemiş kuvvetler ve yerçekimi ile ilgili kavramsal gelişimi sunulmuştur.

##### 4.1 Kuvvet ve Hareketle İlgili Alternatif Kavramlar

###### Soru 1


Bu soruda (Şekil 4.1.1) çeşitli durumlardaki canlı ve cansız varlıklar verilerek öğrencilerden hangilerinin enerjiye sahip olduğunu söylemeleri ve cevaplarını açıklamaları istenmiştir.

1. Aşağıdaki şekillerde bulunan cisimlerden hangileri enerjiye sahiptir? Nedenini açıklayınız.




Masa üzerindeki vazo

**(a)**




Ayakta duran çocuk

**(b)**




Yerde duran ayakkabı

**(c)**



Futbol oynayan çocuk

**(d)**



Hareket halindeki araba

**(e)**

Cevabınız:.....  
Cevabınızın nedenini açıklayınız: .....

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

Şekil 4.1.1 Kavramsal anlama testi 1. soru

Bu sorunun doğru cevabı a, d ve e seçenekleridir. Bunun nedeni a seçeneğindeki vazonun yerden yüksekte olması nedeniyle konumundan dolayı bir enerjiye sahip olmasıdır. d ve e seçeneklerinde de cisimler hareket ettiği için hareket enerjileri vardır. b seçeneğindeki çocuğun canlı olması nedeniyle bir enerjisinin olması kısmen doğru olarak kabul edilebilir. Aşağıdaki tabloda öğrencilerin testte verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**Tablo 4.1.1 Kavramsal anlama testi 1. soru (n=64)**

Cevaplar		Frekanslar N (%)
Kısmen Doğru	<b>D, E</b> Sadece hareketli olanlar	33 (51.5)
	<b>B,D,E</b> Canlı ve hareket halinde olanlar	16 (25.0)
Eksik ya da Yanlış	<b>B, D</b> Duran ve futbol oynayan çocuk	11 (17.1)
	<b>D</b> Sadece futbol oynayan çocuk	1 (1.6)
	<b>A, B, C</b> Duran cisimler ve hareketsiz çocuk	1 (1.6)
	<b>C, E</b> Yerde duran ayakkabı ve hareket halindeki araba	1 (1.6)
<b>Kodlanamayan</b>		1 (1.6)

Bu soruda öğrencilerin hiçbiri doğru cevap verememiştir. Öğrencilerin % 51.5'i d ve e seçeneklerinin yani futbol oynayan çocuk ile hareket halindeki arabanın enerjisi olduğunu düşünmektedirler. Gruptaki öğrencilerin açıklamaları benzer olduğu için bir öğrencinin açıklamasına yer verilmiştir. Öğrencinin açıklaması şöyledir; “İkisi de hareket halinde araba benzin enerjisi ile çocuk ise yiyecek ve içecek enerjisi ile hareket ediyor. (Öğrenci 49)”

Öğrenci 49'un bu açıklaması Gilbert ve Watts (1983)'ın öğrencilerin enerjiyle ilgili görüşlerinin yer aldığı çalışmalarında “Enerji hareket eden şeylerle ilgidir.” düşüncesiyle benzerlik göstermektedir [20]. Ayrıca bu gruptaki öğrenciler arabanın enerjisini benzinle, çocuğun enerjisini de yediği besinle ilişkilendirmektedirler.

Öğrencilerin % 25'i b, d ve e seçeneklerini seçmişler yani canlı ve hareket halinde olanların enerjiye sahip olduğunu düşünmektedirler. Bu gruptan bir öğrencinin açıklaması ise şöyledir; “Çünkü çocuk ayakta ve bir enerji sarf ediyor, futbol oynarken bir enerji sarf ediyor, çalışan araba benzin sayesinde enerji harcıyor. (Öğrenci 15)” Bu gruptaki diğer öğrenciler de benzer cevaplar vermişlerdir. Bunun yanında öğrencinin açıklamasından da anlaşıldığı gibi d ve e seçeneklerini işaretleyen gruptaki gibi bu grup da arabanın enerjisini benzine ilişkilendirmiştir.

Öğrencilerin % 17.1'i b ve d seçeneklerinin yani duran ve futbol oynayan çocuğun enerjiye sahip olduğunu düşünmektedirler. Bu gruptan bir öğrencinin açıklaması şöyledir; “Çünkü canlı oldukları için enerjiye sahiptir. (Öğrenci 53)” Öğrenci 53'ün açıklaması, Gilbert ve diğerleri (1983)'ne göre antroposentrik yani enerjinin insanlarla ilgili olduğu fikri ile, çocukların, enerjinin insan aktivitelerine bağlı olduğu, zıplamak, hareketlilik ve canlı olmak düşünceleriyle başladıkları fikri ile, Trumper ve Gorsky (1993)'nin belirledikleri 9 ayrı kavramsal çerçeveden ilki olan enerji insanlarla ilgilidir fikri ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Görüşmelerde öğrencilere duran cisimlerin bir enerjisi olup olmadığı sorulduğunda öğrencilerin hepsi bir enerjilerinin olmadığını söylemişlerdir. Bir öğrencinin açıklamaları şöyledir;

**Görüşmeci:** *Sence bütün cisimlerin bir enerjisi var mıdır?*

**Öğrenci (34):** *Hımm..Vardır..Hareket eden her cismin bir enerjisi vardır.*

**Görüşmeci:** *Hareket edenler?*

**Öğrenci (34):** *Evet*

**Görüşmeci:** *Peki hareket etmeyenlerin bir enerjisi var mıdır?*

**Öğrenci (34):** *Etmeyenlerin... Vardır. Cansız varlıklarda yoktur ama canlı varlıklarda enerji vardır.*

**Görüşmeci:** *Peki mesela bir kalemi ben bu şekilde itiyorum, hareket ediyor. Bu kalem hareket esnasında bir enerjiye sahip midir?*

**Öğrenci (34):** *Dışardan bir etki olduğu için hareket enerjisine sahiptir.*

**Görüşmeci:** *Peki şuan bu kalemin dururken bir enerjisi olabilir mi?*

**Öğrenci (34):** *Bence olamaz.*

**Görüşmeci:** *Peki biz şu an oturuyoruz bizim bir enerjimiz var mı? Ben şuan hareket etmiyorum.*

**Öğrenci (34):** *Vardır. Nefes alıp verdiğiniz için bir enerji vardır. Akciğerlerin hareket etmesi için enerji gerekir.*

Öğrenci (34) gibi diğer öğrenciler de hareket etmeyen cisimlerin enerjisi olmadığını, dışarıdan bir etki olursa enerji kazandığını düşünmektedirler. Canlıların ise hareketsiz halde de bir enerjisi olduğunu düşünmektedirler.

Fen ve teknoloji dersi programında “Hareketli cisimlerin enerjisi vardır” başlıklı konuda, öğrencilerin hareket etmeyen cisimlerin hiçbir enerjiye sahip olmayacağı yanılgısına düşebileceklerini belirtmiştir. Bununla ilgili olarak Gilbert ve Watts [1983, (aktaran 43)], enerji kavramı ile ilgili yapılmış çalışmalarda öğrencilerin bazı alternatif kavramlara sahip olduğunu, kavramlardan birini de yaptıkları listede “enerji, canlı ve hareket eden şeylere bağlıdır” ifadesiyle belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlar literatürdeki Trumper ve Gorsky (1993)’nin sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir.

## Soru 2

Şekilde verilen soruyla öğrencilerin kuvvet, sürat ve enerji kavramlarıyla ilgili fikirlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Aşağıdaki kelimelerden ne anlıyorsunuz? Açıklayınız.

**Kuvvet:**.....  
.....  
**Sürat:**.....  
.....  
**Enerji:**.....  
.....

Şekil 4.1.2 Kavramsal anlama testi 2. soru

**Kuvvet kavramıyla ilgili görüşler:** Bu sorunun kuvvet kavramıyla ilgili olan doğru cevabı “Kuvvet: Hareket eden cisimleri durdurabilen, duran cisimleri hareket ettirebilen, cisimlerin yönünü, doğrultusunu ve şeklini değiştirebilen etkidir. Uygulama noktası, yönü, doğrultusu ve büyüklüğü vardır.” şeklindedir. Öğrenciler

tam olarak bu ifadeyi kullanmasalar da açıklamaları bu ifadeye oldukça yakın olduğu için A cevabı doğru olarak kabul edilmiştir. Tablodaki cevaplar, doğru cevap, kısmen doğru cevaplar, alternatif kavramlar, yanlış cevaplar ve karma cevaplar olarak sıralanmıştır. Yanlış cevaplardan sonra da öğrencilerin verdikleri birden fazla farklı cevap, ayrı satırlarda ve karma cevaplar başlığı altında verilmiştir.

**Tablo 4.1.2 Öğrencilerin kuvvet kavramına ilişkin görüşleri (n=64)**

CEVAPLAR		Frekans n (%)
Doğru	<b>Cisimlerin sürat, şekil, yön ve doğrultularını değiştiren etki (A)</b>	8 (12.5)
Kısmen Doğru	<b>Cisme uygulanan itme, çekme (B)</b>	14 (21.8)
	<b>Yerçekimi (C)</b>	
Alternatif Kavram	<b>Güç (D)</b>	21 (32.8)
	<b>Enerji (E)</b>	7 (10.9)
Yanlış	<b>Hareket, enerji (F)</b>	1 (1.6)
	<b>Hareket (G)</b>	2 (3.1)
Karma Cevaplar	<b>B-C</b>	1 (1.6)
	<b>B-D</b>	4 (6.2)
	<b>B-E</b>	3 (4.7)
	<b>E-G</b>	1 (1.6)
	<b>D-E</b>	1 (1.6)
	<b>Boş</b>	1 (1.6)

Öğrencilerin % 12.5’i doğru cevaba uygun açıklamalar yazmışlardır. Bu öğrencilerden birinin açıklaması şöyledir: *“Duran bir cismi hareket ettirmeye ya da hareket halinde olan bir cismi durdurmaya kuvvet denir. (Öğrenci 10)”*

Kısmen doğru cevap veren öğrencilerden % 21.8’i cisme uygulanan itme, çekme ifadesini kullanmıştır. Böyle benzer cevap veren öğrencilerin açıklamaları kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Buna örnek olarak bir öğrencinin testteki açıklaması şöyledir: *“Herhangi bir cisme bir şeyin etki etmesi, itmesi veya çekmesi. (Öğrenci 12)”*



Alternatif kavramlara bakıldığında kuvvet kavramını öğrencilerin % 32.8'i güç ile, %10.9'u ise enerji ile ilişkilendirmişlerdir. Bununla ilgili olarak Hestenes ve ark. (1992), Shymansky ve ark. (1998), kuvvet, enerji ve güç kavramlarının birbiri yerine kullandığını ifade etmişlerdir [40, 49]. Bu çalışmada da tablodan anlaşıldığı gibi öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu kavramları birbiri yerine kullandığı görülmektedir. Öğrencilerden birinin testteki açıklaması şöyledir: “*Bir nesneye uygulanan güç. (Öğrenci 19)*” Enerji ile ilişkilendiren bir öğrencinin cevabı şöyledir: “*Bir kişinin enerji harcamasına kuvvet denir. (Öğrenci 50)*”

Kuvveti enerji ile ilişkilendiren öğrencilerden ikisiyle yapılan görüşme aşağıdaki gibidir.

**Görüşmeci:** *Sence enerji nedir?*

**Öğrenci (34):** *Enerji... Bir cismin sahip olduğu kuvvet diyeyim. Sahip olduğu güce ya da kuvvete enerji denir.*

**Görüşmeci:** *Peki enerjiyle kuvvet arasında bir ilişki var mı?*

**Öğrenci (56):** *Enerji... Kuvvet uygularken biraz enerjimiz gider, gidiyor, ben mesela bu masayı buradan oraya götürmek için iterim kuvvet uygulamış olurum ve de bir takım enerjilerim gider biraz.*

**Görüşmeci:** *Hareket enerji ve kuvvet arasında bir bağlantı kurabilir misin?*

**Öğrenci (56):** *Hareket, enerji, kuvvet. Kuvvet uygularken hem hareket eder hem de enerjimiz gider. Enerji uyguluyorken yani enerji uyguluyorken kuvvetimiz de gider.*

Düşük oranlarda olmakla beraber bazı öğrenciler de birden fazla cevabı (karma cevap) bir arada vermişlerdir. Örneğin %1.6 oranıyla d ve e yani güç ve enerji kavramını öğrenciler kuvvet kavramıyla ilişkilendirmişlerdir.

Sonuç olarak öğrencilerin büyük oranda kuvvet kavramını güç ve enerji ile ilişkilendirdikleri görülmektedir. Bu durum, yukarıda da belirtildiği gibi Hestenes ve diğerlerinin (1992) çalışmasıyla benzer sonuçlar içermektedir [40]. Ayrıca diğer birçok araştırmacı da (Viennot, 1979; Watts and Gilbert, 1983; aktaran Trumper, 1998 [43]; Duit, 1984 [42]; Shymansky ve diğ.1998 [49]) öğrencilerin, kuvvet ve enerji arasında ayırım yapamadığını belirtmişlerdir .

**Sürat kavramıyla ilgili görüşler:** Bu sorunun doğru cevabı “Sürat, birim zamanda alınan yoldur.” şeklindedir. Öğrencilerin % 68.7’si sürati bir cismin hızı olarak ifade ederken, sadece % 4.7’lik bir oranda doğru olarak tanımlamışlardır. Sürati hız olarak ifade eden öğrencilerden birinin açıklaması şöyledir: “*Bir cismin yani varlığın hareket edip süratle yani hızla gitmesi.* (Öğrenci 33) “

**Tablo 4.1.3 Öğrencilerin sürat kavramına ilişkin görüşleri (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	Birim zamanda alınan yol (A)	3 (4.7)
Kısmen Doğru	Bir cismin hızı (B)	44 (68.7)
Yanlış	Hareket etmesi (E)	3 (4.7)
	Zaman, yol, birim (D)	1 (1.6)
Karma Cevaplar	B+ Yol bölü Zaman	1 (1.6)
	B+ Hareket Etmesi	4 (6.2)
	B+ Güç	1 (1.6)
Kodlanamayan		2 (3.1)
Boş		5 (7.8)

Öğrenci33 ile yapılan görüşme ise aşağıdaki gibidir.

**Görüşmeci:** *Peki sürati nasıl tanımlarsın?*

**Öğrenci33:** *Himm ..Sürat...Sürat şimdi ee bir varlıkta enerji ve hareket sayesinde gidilen hız çeşidi.*

Bir öğrenci ise sürat kavramını hem kuvvet hem de hız ile ifade etmiştir.

Öğrenci 34, yapılan görüşmelerde şu ifadeleri kullanmıştır:

**Görüşmeci:** *Sürati nasıl ifade edersin?*

**Öğrenci (33):** *Sürat bir cismin belli bir zaman içerisinde hızına denir.....Ya da kuvvet...Kuvvet diyelim.*

Bu iki öğrenci sürat kavramını hız olarak ifade etmektedirler. Sürat kavramını öğrencilerin çok düşük bir oranda doğru olarak tanımlamaları, testin öğretim öncesi yapılması nedeniyle normal görülmelidir.

**Enerji kavramıyla ilgili görüşler:** Bu soruda doğru cevap “Enerji cisimlerin iş yapabilme yeteneğidir.” şeklindedir. Öğrencilerin % 40.6’sı enerjiyi bir şeyin hareket halinde olması olarak tanımlamıştır. Bu cevap kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Bu gruptaki öğrencilerin ifadelerinden bir örnek: “*Bir cisim hareket halindeyse o cismin enerjisi vardır. (Öğrenci 18)*”. Bu gruptaki öğrenciler, birinci soruya benzer şekilde sadece hareket halinde olan cisimlerin enerjisi olduğunu düşünmektedirler. Diğer kısmen doğru cevaplar tabloda gösterilmiştir. Öğrencilerin % 18.7’si güç, % 14.1’i de kuvvet kavramıyla ilişkilendirmiştir.

**Tablo 4.1.4 Öğrencilerin enerji kavramına ilişkin görüşleri (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Kısmen Doğru	<b>Bir şeyin sahip olduğu aktif durumu, dinamik durum, hareket halinde olması (A)</b>	26 (40.6)
	<b>Besin ve oksijenin bir araya gelerek açığa çıkan şey (B)</b>	4 (6.2)
	<b>Kimyasal enerji (D)</b>	1 (1.6)
Alternatif Kavram	<b>Güç (E)</b>	13 (20.3)
	<b>Kuvvet (F)</b>	9 (14.1)
<b>Kodlanamayan</b>		6 (9.4)
<b>Boş</b>		5 (7.8)

Enerjiyi güçle ilişkilendiren öğrencilerin açıklamaları şöyledir: “*Enerji deyince aklıma güç ve beslenmek geliyor. (Öğrenci 2)*” “*Bir cismin gücü (Öğrenci 5)*” “*Bir cismi bir yerden bir başka yere götürme veya itme-çekme gibi şeylerde kullanılan güç. (Öğrenci21)*”

Enerjiyi kuvvetle ilişkilendiren öğrencilerin açıklamaları şöyledir: “*Hareket etmek için kullanılan kuvvet. (Öğrenci 24)*” “*Harcanan kuvvet türü. (Öğrenci 26)*” “*Hareketsiz bir cisim hareket ettirirken harcanan kuvvet. (Öğrenci 31)*”

Enerji ile kuvveti ilişkilendiren öğrencilerden birkaçıyla yapılan görüşme aşağıdaki gibidir.

**Görüşmeci:** *Peki enerji nedir?*

**Öğrenci (36):** *Enerji bir cismin hareket ettikten sonra kazandığı bir nasıl desem, kuvvet gibi bir şey. Enerjiyle kuvveti zaten ben çok karıştırıyordum yani onun için.*

**Görüşmeci:** *Peki enerjiyi nasıl tanımlarsın?*

**Öğrenci 35:** *Enerji bir cismin, şekil değiştirmesi, hareket etmesi yani kuvvetin yarattığı etkenlerin olması için enerji gerekir mesela bir arabanın hareket etmesi için enerji gerekir enerjinin yanında kuvvet de gerekir. e kuvvetten enerji olur bence.*

**Görüşmeci:** *Peki enerjiyle kuvvetin bağlantısı var mı?*

**Öğrenci 59:** *Enerjiyle kuvvet.. evet vardır.*

**Görüşmeci:** *Nasıl bir örnek verebilir misin?*

**Öğrenci 59:** *Mesela örneğin bisiklet çevirirken kuvvet uygularsınız pedallara kuvvet uygularsınız ama insanda herhangi bir kuvvet yoktur o enerjiyle oluşan bir şeydir.*

Görüldüğü gibi öğrenciler enerji kavramını kuvvet ve güç kavramıyla ilişkilendirip aynı anlamda kullanmaktadırlar. Öğrencilerin bu kavramları birbiri yerine kullanmaları günlük dilde alışkın oldukları biçimde kullanmalarından kaynaklanıyor olabilir. Bu durum birçok araştırmacının bulduğu sonuçlarla örtüşmektedir. (Viennot, 1979; Watts and Gilbert, 1983; aktaran Trumper, 1998; Duit, 1984, Shymansky ve diğ.1997) [42, 43, 49].

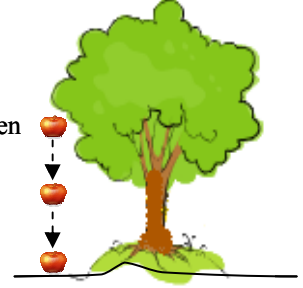
### **Soru 3**

Şekil 4.1.3'teki soruyla öğrencilerin cisimler üzerine etki eden yerçekimiyle ilgili fikirlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. Aşağıdaki şekilde bir ağacın dalından düşen elmayı görmekteyiz. Sizce yerçekimi bu elmaya etki etmekte midir? Ediyorsa nerelerde etki etmektedir?

- a) Sadece 2 de
- b) Sadece 1 ve 2 de
- c) Sadece 1 ve 3 de
- d) 1,2 ve 3 de

- 1. ağacın dalındayken
- 2. düşerken
- 3. yere düşünce



Cevabınızın nedenini açıklayınız: .....

.....

.....

.....

.....

Şekil 4.1.3 Kavramsal anlama testi 3. soru

Bu soruda doğru cevap d seçeneği yani, , yerçekiminin elmaya her durumda etki ediyor olmasıdır. Tablo 4.1.5'te öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

Tablo 4.1.5 Öğrencilerin yerçekimi kavramına ilişkin görüşleri (n=64)

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	1,2 ve 3 de	18 (28.1)
Alternatif kavram	Sadece 2	18 (28.1)
Yanlış	1 ve 2 de	19 (29.7)
	Sadece 1 ve 3 de	5 (7.8)
	1 de	1 (1.6)
Kodlanamayan		1 (1.6)
Boş		2 (3.1)

Öğrencilerin % 28.1'i her üç durumda da yerçekimi kuvveti etki eder diyerek doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin % 29.7'si ise ağacın dalındayken ve düşerken üzerine yerçekimi kuvvetinin etki ettiğini söylemişlerdir. Böyle düşünen öğrencilerden birkaçının açıklaması şöyledir: "Nedeni ağacın dalındayken ve

*düşerken yerçekimi uygulanmıştır. Yere düşünce zaten durur. (Öğrenci 13)* “*Çünkü ağacın dalındayken yer çekimi o elmayı çekmektedir ve düşerken bu çekim devam etmektedir. Yere düşünce bu çekim sona ermiştir. (Öğrenci 24)*” “*Ağacın dalındayken yerçekimi kuvveti vardır düşerken de vardır ama yere düştüğünde hareket olmadığı için yoktur. (Öğrenci 37)*” “*Böyle düşünen öğrencilerden biriyle yapılan görüşme aşağıdadır.*

**Görüşmeci:** *Peki ağaçta asılı duran elma... Bu üç konumda üzerine etki eden kuvvetleri söyleyebilir misin? Birinci konumdayken yani dalda asılıyken üzerine etkiyen kuvvetler var mı?*

**Öğrenci 37:** *Vardır.*

**Görüşmeci:** *Nedir?*

**Öğrenci 37:** *Yerçekimi kuvveti.*

**Görüşmeci:** *Başka var mı?*

**Öğrenci 37:** *Başka... Hava direnci.*

**Görüşmeci:** *Peki ikinci durumdayken?*

**Öğrenci 37:** *Yine yerçekimi.*

**Görüşmeci:** *Peki düştükten sonra?*

**Öğrenci 37:** *Düştükten sonra etki eden hiçbir kuvvet yoktur.*

**Görüşmeci:** *Bir yaz günü çimlerin üzerine uzandık. Bu sırada üzerimize etki eden bir kuvvet var mıdır?*

**Öğrenci 37:** *...yoktur.*

Görüldüğü gibi elma ağaçtayken ve yere düşerken etki eder diyen öğrenciler düştükten sonra etki eden bir kuvvetin olmadığını düşünmektedirler. Kuvvet olmamasının sebebini de hareket olmamasına bağlamaktadırlar.

Öğrenciler % 28.1 oranında ise elmanın üzerine sadece düşerken yerçekimi etki eder demişlerdir. Böyle diyen öğrencilerin açıklamalarından bazıları şöyledir: “*Çünkü ağaçtayken durduk yere düşmez. Düşerken yerçekimi kuvveti onu yere doğru çeker. Yere düşünce zaten düşmüş olur. (Öğrenci 36)*” “*Daldayken hareketsizdir, 3'te de hareketsizdir düşerken hareketlidir. (Öğrenci 11)*” “*Çünkü elma düşerken yerçekimi elmanın yere düşmesini sağlar. Örneğin bir kalem yere düşerken yerçekimi kuvveti sayesinde yere düşer. (Öğrenci 40)*”

**Görüşmeci:** *sence elimizden bıraktığımız cisimler neden yere düşüyorlar?*

**Öğrenci (59):** *yerçekimi olduğu için ama yerçekimi nedir onu bilmiyorum.*

**Görüşmeci:** *Bir elma ağaçta dalda asılıyken üzerine yerçekimi kuvveti etki eder mi?*

**Öğrenci (59):** hayır..e evet. Hayır. Ya durmasını sağlar evet ama onun aşağı düşmesini sağlamaz.

**Görüşmeci:** peki tam düşerken?

**Öğrenci (59):** düşerken eder.

**Görüşmeci:** peki düştükten sonra?

**Öğrenci (59):** etmez herhalde

Görüldüğü gibi Öğrenci 59 ağaçta duran elmaya yerçekimi kuvvetinin ağaçta durması için destek sağladığını düşünmektedir.

**Görüşmeci:** üzerine etki eden kuvvetler var mı varsa neler?

**Öğrenci (36):** bence var, yani bu düşerken

**Görüşmeci:** baştan asılıyken üzerine etki eden bir kuvvet var mı?

**Öğrenci (36):** asılıyken rüzgarın kuvveti sallandırıyor olabilir bence ondan sonra düşerken de yerçekimi kuvveti onu alta çekiyor ve burada duruyor yani.

**Görüşmeci:** peki yerdeyken üzerine etki eden bir kuvvet var mı?

**Öğrenci (36):** üçüncü konumdayken yok

Görüldüğü gibi sadece düşerken etki eder diyen öğrencilerin odaklandıkları nokta elmanın hareket halinde olup olmamasıdır. Elmanın hareket etmemesi öğrencilerin yerçekimi kuvvetinin etki etmediğini düşünmelerine yol açmaktadır.

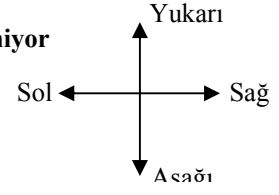
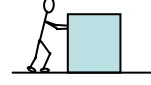
Öğrencilerin sahip oldukları bu alternatif kavramlar literatürde Watts (1982)'ın araştırma sonuçlarıyla örtüşmektedir[45]. Çalışmadaki sonuca göre öğrencilerin fikirleri şöyledir: “Yerçekimi cisimlere düşerken etki etmeye başlar ve sadece yere düşüp kalıncaya kadar etki etmeye devam eder.” Uygulanan kavramsal anlama testindeki sonuçlar ve görüşmeler öğrencilerin büyük oranda bu alternatif fikirlere sahip olduklarını göstermiştir.

#### **Soru 4**

Şekil 4.1.6'daki soruyla öğrencilerin duran cisimler üzerine etki eden kuvvetleri yön ve doğrultularıyla birlikte göstermeleri istenmiştir.

4. Ahmet, bir kutuyu sınıftan çıkarıp laboratuara götürmek istiyor. Kaldırmayı deniyor ama kaldıramıyor. Bu nedenle kutuyu itiyor ama kutu hareket etmiyor.

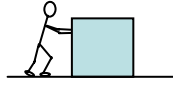
**Kutu hareket etmiyor**



a) Sizce Ahmet kutuya bir kuvvet uygular mı? Açıklayınız.

.....

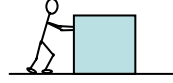
b) Eğer uyguluyorsa aşağıdaki şekil üzerinde gösteriniz. (Kuvvetin yönünü bir okla, büyüklüğünü de okun uzunluğu ile gösterebilirsiniz ) (Kuvvetin yönünü göstermek için sağ üstteki yönleri kullanabilirsiniz.)



c) Sizce zemin kutuya bir kuvvet uygular mı? Açıklayınız.

.....

d) Eğer uyguluyorsa aşağıdaki şekil üzerinde gösteriniz. (Kuvvetin yönünü bir okla, büyüklüğünü de okun uzunluğu ile gösterebilirsiniz ) (Kuvvetin yönünü göstermek için sağ üstteki yönleri kullanabilirsiniz.)



**Şekil 4.1.4 Kavramsal anlama testi 4. soru**

Bu sorunun a seçeneğinin doğru cevabı Ahmet'in kutuya kuvvet uyguladığıdır. b seçeneğinde uygulanan kuvvetin yönü sağa doğrudur. c seçeneğinde zemin kutuya bir kuvvet uygulamaktadır ve bu sürtünme kuvvetidir. d seçeneğinde zeminin uyguladığı kuvvet, sol tarafa doğrudur. Aşağıdaki tablolarda öğrencilerin önce a ve b seçeneklerine ardından c ve d seçeneklerine verdikleri cevaplar gösterilmiştir.



**Tablo 4.1.6 Öğrencilerin 4. sorunun a ve b seçeneklerine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Ahmet kutuya kuvvet uygular</b>	61 (95.3)
<b>Yanlış</b>	<b>Uygulamaz</b>	2 (3.1)
<b>Kodlanamayan</b>		1 (1.6)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	50 (78.1)
	<b>Sol</b>	1 (1.6)
	<b>Boş</b>	10 (15.6)

Bu soruda öğrenciler öğretim öncesinde kuvvetin yönünü göstermeyi bilmedikleri için onlara soruda bir yönerge verilmesi uygun görülmüştür. a ve b seçeneklerinin doğru cevabı, Ahmet’in kutuya kuvvet uyguladığı ve bu kuvvetin yönünün sağ tarafa doğru olduğudur. Öğrencilerin % 95.3’ü bu soruya “Ahmet kutuya kuvvet uygular.” deyip doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin % 78.1’i kuvvetin yönünün sağ olduğunu gösterip doğru cevap vermiştir.

Bu sorunun c ve d seçenekleriyle öğrencilerin, zeminin bir kuvvet uygulayıp uygulamayacağı hakkındaki fikirleri öğrenilmek istenmiştir. c ve d seçeneklerinin doğru cevabı, zeminin kutuya bir kuvvet uyguladığı ve bu kuvvetin yönünün sağ taraf olduğudur. Öğrenciler, 5. sınıfta sürtünme kuvvetinin ne olduğu ve çeşitli sürtünme kuvvetleri hakkında öğretim görmüşlerdir.

**Tablo 4.1.7 Öğrencilerin 4. sorunun c ve d seçeneklerine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Zemin kutuya bir kuvvet uygular</b>	44 (68.8)
<b>Yanlış</b>	<b>Uygulamaz</b>	14 (21.8)
	<b>Kodlanamayan</b>	6 (9.4)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	26 (40.6)
	<b>Sol</b>	9 (14.1)
	<b>Aşağı</b>	1 (1.6)
	<b>Yukarı</b>	1 (1.6)
	<b>Boş</b>	7 (10.9)

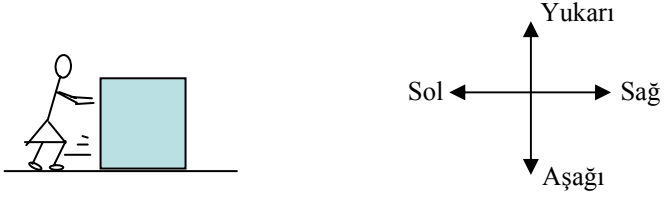
Tabloya bakıldığında, öğrenciler % 68.8 oranında zeminin kutuya bir kuvvet uyguladığını söyleyerek doğru cevap vermişlerdir. Kuvvet uygular diyen öğrencilerden ikisinin açıklaması şöyledir: “*Evet zemin düz değil ise sürtünme kuvveti yüzünden kutuya kuvvet uygulanabilir. (Öğrenci 35)*” “*Zemin tırtıklıysa uygular. Ama zemin kaygansa uygulamaz rahatça gider. (Öğrenci 56)*” “*Zeminin kuvvet uygulayacağını söyleyen öğrencilerden bazıları cevaplarında zemin tırtıklıysa diyerek sürtünme kuvvetini ima etmişlerdir. Böyle düşünen öğrencilere göre zeminin kaygan olması ise kuvvet uygulamayacağı anlamına gelmektedir. Diğer bir öğrencinin cevabı da bu durumu destekler niteliktedir: “Evet uygular. Çünkü zemin eğer düz değilse o da bir kuvvet uygulayabilir. (Öğrenci 65)”*”

Öğrencilerin % 21.8’i ise zemin kuvvet uygulamaz demişlerdir. Bu cevabı veren öğrencilerin açıklamalarından bazıları şöyledir: “*Hayır çünkü yerde, güç, kuvvet, enerji yoktur. (Öğrenci 48)*” Öğrenci 48’e göre zemin cansız ve pasiftir bu nedenle herhangi bir kuvvet uygulayamaz. Öğrenci 48’in bu cevabı Minstrell’in 1991’deki çalışmasında yer alan “*pasif cisimlerin kuvvet oluşturamayacağı*” ifadesiyle örtüşmektedir [37]. Uygulamaz diyen başka bir öğrencinin açıklaması ise şöyledir: “*Uygulamaz çünkü zeminin kayan bir yer olması gerekir. (Öğrenci 52)*” Üst paragraftaki öğrencilerin cevaplarına göre zeminin pürüzlü olması kuvvet uygulayabileceği anlamına gelirken, kuvvet uygulamaz diyen öğrencilere göre zeminin kaygan olmasının hareketi kolaylaştırıcı bir etkisi vardır. Öğrencilerin zeminin uygulayacağı kuvvetin yönünü çizmeleri istendiğinde %40.6’sı sağ tarafa doğru çizmiştir. Yani şekil 4.1.6’da kutuyu iten çocuğun yönünde zeminin etki ettiğini düşünmektedirler. Bu nedenle bu öğrencilere göre kutunun hareket etmemesi zeminin bir kuvvet uygulamadığını göstermektedir.

### Soru 5

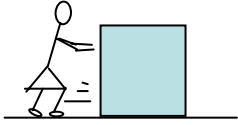
Aşağıdaki soruyla öğrencilerin hareket eden bir cisim üzerine etki eden kuvvetleri yön ve doğrultularıyla birlikte göstermeleri istenmiştir.

5. Burcu büyük bir kutuyu itiyor ve kutu hareket ediyor. Kutu bu yönde **hareket ediyor** ediyor. Kutu düzgün bir şekilde hareketine devam ediyor.



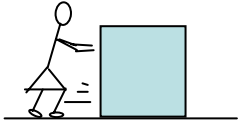
a) Sizce Burcu kutuya bir kuvvet uygular mı? Açıklayınız.  
.....  
.....

b) Eğer uyguluyorsa aşağıdaki şekil üzerinde gösteriniz. (Kuvvetin yönünü bir okla, büyüklüğünü de okun uzunluğu ile gösterebilirsiniz.) (Kuvvetin yönünü göstermek için sağ üstteki yönleri kullanabilirsiniz.)



c) Sizce zemin kutuya bir kuvvet uygular mı? Açıklayınız.  
.....  
.....

d) Eğer uyguluyorsa aşağıdaki şekil üzerinde gösteriniz. (Kuvvetin yönünü bir okla, büyüklüğünü de okun uzunluğu ile gösterebilirsiniz.) (Kuvvetin yönünü göstermek için sağ üstteki yönleri kullanabilirsiniz.)



Şekil 4.1.5 Kavramsal anlama testi 5. soru

Aşağıdaki tabloda öğrencilerin önce a ve b seçeneklerine ardından c ve d seçeneklerine verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**Tablo 4.1.8 Öğrencilerin 5. sorunun a ve b seçeneklerine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Burcu kutuya kuvvet uygular</b>	63 (98.4)
<b>Yanlış</b>	<b>Uygulamaz</b>	1 (1.6)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	59 (92.2)
	<b>Boş</b>	4 (6.2)

Bu soruda hareket halinde olan kutuya Burcu'nun kuvvet uygulayıp uygulamadığı ve yine zeminin kutuya bir kuvvet uygulayıp uygulamadığı sorulmuştur. A ve b seçeneklerinin doğru cevabı Burcu'nun kutuya sağ tarafa doğru kuvvet uyguladığı şeklindedir.

Öğrencilerin % 98.4'ü kuvvet uygular diyerek doğru cevap vermiştir. Yönünü ise % 92.2 oranında doğru çizmişlerdir. Kuvvet uygulamaz diyen öğrencilerin oranında ise soru 4'e göre düşüş olduğu görülmektedir. Kuvvet uygulamaz diyen bir öğrencinin testteki açıklaması şöyledir: "*Evet kaygan olduğu için Burcu kuvvet uygulamak zorunda kalmaz. (Öğrenci 59)*" bu cevap da 4. soruda öğrenci 52'nin açıklamalarına benzerdir. Öğrenciler, zeminin kaygan olmasının hareket yönünde kolaylaştırıcı bir kuvvet uyguladığını düşünmektedirler.

**Tablo 4.1.9 Öğrencilerin 5. sorunun c ve d seçeneklerine verdikleri cevaplar (n=64)**

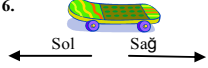
CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Zemin kutuya bir kuvvet uygular</b>	47 (73.4)
<b>Yanlış</b>	<b>Uygulamaz</b>	17 (26.6)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	33 (51.5)
	<b>Sol</b>	5 (7.8)
	<b>Yukarı</b>	1 (1.6)
	<b>Aşağı</b>	2 (3.1)
	<b>Boş</b>	6 (9.4)

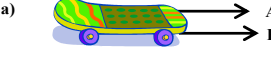
Öğrencilerin % 73.4'ü zemin kutuya bir kuvvet uygular diyerek doğru cevap vermiştir. % 26.6'lık bir oran ise uygulamaz demiştir. Uygular diyen öğrencilerden birinin açıklaması şöyledir: “*Uygular, ikisinin arasında sürtünme kuvveti olur zemin cismin tersine gider. (Öğrenci 4)*” Öğrenci 4 zeminin uyguladığı kuvvetin yönünü sol olarak gösterdiği için yaptığı bu açıklama beklenene yakın bir cevaptır. Bazı öğrenciler ise zeminin kuvvet uygulayacağını söylemiş fakat bu kuvvetin hareketi kolaylaştırıcı olacağı yönünde açıklamalar yapmışlardır. Örneğin: “*Evet uygular çünkü zemin onun iyi gitmesini sağlar. (Öğrenci 61)*” Öğrenci 61'e benzer cevap veren öğrencilerden zeminin uygulayacağı kuvvetin yönünü çizmeleri istendiğinde öğrenciler hareket yönüne doğru kuvveti çizmişlerdir. Öğrencilerden zeminin uyguladığı kuvvetin yönünün sağ taraf olduğunu gösterenlerin oranının % 51.5 olması, öğrencilere göre zeminin hareket yönünde bir kuvvet uyguladığını göstermesi bakımından destekleyici niteliktedir.

Uygulamaz diyen öğrencilerden birinin testteki açıklaması şöyledir: *Zemin kutuya kuvvet uygulamaz çünkü yer pürüzlü değildir. (Öğrenci 7)* “ Öğrenci 7, hareketin olmasını sürtünmenin olmamasıyla açıklamıştır. Uygulamaz diyen öğrencilerin cevapları öğrenci 7 ile benzerdir.

## Soru 6

Aşağıdaki soruyla öğrencilerin cismin, üzerine etki eden zıt veya aynı yönlü kuvvetlerin etkisinde nasıl hareket edeceği konusundaki fikirlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.


6.  Yandaki kayak **sürtünmesiz ortamda** bulunmaktadır ve hareket etmemektedir. Bu kaykaya aşağıdaki gibi iki tane ip bağlanıp A ve B kuvvetleri uygulanmaktadır.

a)  İpler şekildeki gibi bağlanıp ve uygulanan A ve B kuvvetleri birbirine eşit olursa;

❖ Bu durumda kayak hareket eder mi? .....

❖ Hareket ederse hangi yönde gider? .....


❖ Kaykay hareket ederse sürati nasıl değişir? (Artar, azalır, aynı kalır) .....

b)  İpler şekildeki gibi bağlanıp ve uygulanan A ve B kuvvetleri birbirine eşit olursa;

❖ Bu durumda kayak hareket eder mi? .....

❖ Hareket ederse hangi yönde gider? .....

❖ Kaykay hareket ederse sürati nasıl değişir? (Artar, azalır, aynı kalır) .....

c)  Eğer ipler şekildeki gibi bağlanırsa ve A kuvveti B kuvvetinden **daha büyük** olursa ( $A > B$ )

❖ Bu durumda kayak hareket eder mi? .....

❖ Hareket ederse hangi yönde gider? .....

❖ Kaykay hareket ederse sürati nasıl değişir? (Artar, azalır, aynı kalır) .....

d) **C şıkkındaki şekilde** kaykayın hareket halinde olduğunu düşününüz. Bir süre sonra A kuvveti uygulanan ip kopuyor.

❖ Bu durumda kayak hareket eder mi? .....

❖ Hareket ederse hangi yönde gider? .....

❖ Kaykay hareket ederse sürati nasıl değişir? (Artar, azalır, aynı kalır) .....

e) **C şıkkındaki şekilde** kaykayın yine hareket halinde olduğunu düşününüz. Bir süre sonra iplerin ikisi birden kopuyor.

❖ Bu durumda kayak hareket eder mi? .....

❖ Hareket ederse hangi yönde gider? .....

❖ Kaykay hareket ederse sürati nasıl değişir? (Artar, azalır, aynı kalır) .....

Şekil 4.1.6 Kavramsal anlama testi 6. soru

Aşağıda öğrencilerin seçeneklere verdikleri cevaplar ayrı tablolarda gösterilmiştir. Bu sorunun ilk üç seçeneğinde öğrencilerin büyük çoğunluğu doğru cevaplar vermiştir. Bu nedenle ilk üç seçenekle ilgili tablolar verilecek ve öğrencilerin cevaplarının oranından kısaca bahsedilecektir.

**Tablo 4.1.10 Öğrencilerin 6. sorunun a seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Kaykay hareket eder</b>	63 (98.4)
<b>Yanlış</b>	<b>Etmez</b>	1 (1.6)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	61 (95.3)
	<b>Sol</b>	1 (1.6)
	<b>Tanımsız</b>	1 (1.6)
<b>Sürati</b>	<b>Artar</b>	52 (81.2)
	<b>Azalı</b>	2 (3.1)
	<b>Değişmez</b>	7 (10.9)

Bu sorunun a seçeneğinde doğru cevap kaykay sağ yönde artan bir süratle hareket eder şeklindedir. Öğrencilerin % 98.4'ü kaykay hareket eder diyerek doğru cevap vermiştir. Yönünü ise % 95.3 oranıyla sağ olarak göstermişlerdir. Kaykayın süratiyle ilgili olarak ise öğrencilerin % 81.2'si artar cevabını vermişlerdir. Öğrencilerin bu seçeneği cevaplama zorluk yaşamadığı görülmektedir.

**Tablo 4.1.11. Öğrencilerin 6. sorunun b seçeneğine verdikleri cevaplar**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Etmez</b>	60 (93.8)
<b>Yanlış</b>	<b>Kaykay hareket eder</b>	4 (6.2)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	2 (3.1)
	<b>Boş</b>	2 (3.1)
<b>Sürati</b>	<b>Artar</b>	1 (1.6)
	<b>Azalı</b>	1 (1.6)
	<b>Değişmez</b>	1 (1.6)
<b>Boş</b>		1 (1.6)

B seçeneğinin doğru cevabı kaykay hareket etmez şeklindedir. Öğrencilerin % 93.8'si hareket etmez diyerek doğru cevap vermiştir.

**Tablo4.1.12. Öğrencilerin 6. sorunun c seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Kaykay hareket eder</b>	61 (95.3)
<b>Yanlış</b>	<b>Etmez</b>	3 (4.7)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	59 (92.1)
	<b>Sol</b>	2 (3.1)
<b>Sürati</b>	<b>Artar</b>	50 (78.1)
	<b>Azalı</b>	7 (10.9)
	<b>Değişmez</b>	4 (6.2)

C seçeneğinin doğru cevabı kaykay A yönüne doğru artan bir hızla hareket eder şeklindedir. Öğrencilerin % 95.3'ü kaykay hareket eder demişlerdir. Yönünü ise % 92.1 oranında sağ olarak söylemişlerdir. Süratine ise % 78.1 oranında artar demişlerdir.

**Tablo 4.1.13 Öğrencilerin 6. sorunun d seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Kaykay hareket eder</b>	49 (76.6)
<b>Yanlış</b>	<b>Etmez</b>	10 (15.6)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	6 (9.4)
	<b>Sol</b>	43 (67.2)
<b>Sürati</b>	<b>Artar</b>	23 (35.9)
	<b>Azalı</b>	24 (37.5)
	<b>Değişmez</b>	2 (3.1)
<b>Boş</b>		4 (6.2)

D seçeneğinin doğru cevabı, ip koştuktan sonra kaykayın sol tarafa doğru gittikçe artan bir şekilde hareketine devam edeceği şeklindedir. Öğrencilerin %



76.6'sı kaykay hareket eder diyerek doğru cevap vermiştir. Yönünü doğru olarak söyleyen yani sola gider diyen öğrencilerin oranı % 67.2 dir. Sürati için artar diyenlerin oranı ise % 35.9 dur. Hareket eder diyen öğrencilerden ikisinin açıklamaları şöyledir: “*Hareket eder ama bir süre sonra tekrar durur. (Öğrenci 20)*” “*Bir süre eder sonra durur. (Öğrenci 56)*” Görüldüğü gibi hareket eder diyen öğrencilerden bazıları kaykayın bir süre sonra duracağını söylemişlerdir. Bu durum öğrencilerin sürtünmesiz bir ortamı hayal edememeleri ile ilişkili olup Halloun ve Hestenes'in 1985'teki çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir [35].

**Tablo 4.1.14 Öğrencilerin 6. sorunun e seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

	CEVAPLAR	Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Kaykay hareket eder</b>	5 (7.8)
<b>Yanlış</b>	<b>Etmez</b>	54 (84.4)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	3 (4.7)
	<b>Sol</b>	2 (3.1)
<b>Sürati</b>	<b>Artar</b>	1 (1.6)
	<b>Azalı</b>	4 (6.2)
<b>Kodlanamayan</b>		1 (1.6)
<b>Boş</b>		4 (6.2)

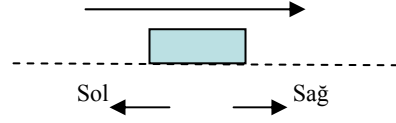
E seçeneğinin doğru cevabı ipler koştuktan sonra kaykayın sağ tarafa doğru sabit bir süratle hareketine devam edeceği şeklindedir. Öğrencilerin % 84.4'ü kaykay hareket etmez diyerek yanlış cevap vermiştir. Böyle cevap veren öğrencilerin testteki açıklamaları şöyledir: “*Sürat olmaz çünkü kuvvet uygulanmaz. (Öğrenci 8)*” “*Hayır hiçbir kuvvet uygulanmadığı için hareket etmez. (Öğrenci 31)*” Görüldüğü gibi öğrenciler ipler koştuktan sonra kaykayın üzerine etki eden kuvvet olmadığı için kaykayın duracağını düşünmektedirler. Kaykayın hareket edeceğini söyleyen öğrencilerin açıklamaları ise şöyledir: “*Evet eder. Bir süre sonra durur. (Öğrenci 59)*” “*Hareket eder sağ tarafa doğru ama bir süre sonra durur. (Öğrenci 34)*” Görüldüğü gibi kaykayın hareket edeceğini söyleyen öğrenciler de bir süre sonra duracağını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin bu düşünceleri literatürde var olan “Hareket kuvvet gerektirir.” alternatif fikriyle uyumludur [37, 40]. Ayrıca

öğrencilerin, soruda sürtünmesiz bir ortam verildiği halde, kaykayın duracağını düşünmeleri sürtünmesiz ortamı da hayal edemediklerini göstermektedir [35]. Öğrenciler, bir cismin hareketine devam edebilmesi için üzerine bir kuvvet etmesi gerektiğini düşünmektedir. Öğrencilere göre, bazı durumlarda bu kuvvet cismin içinden gelen itici kuvvet anlamında impetus kuvveti olabildiği gibi bazı durumlarda da dışarıdan etki eden başka bir kuvvet olmaktadır. Ama sonuç olarak öğrencilerin cevaplarına göre bir cismin hareketine devam edebilmesi için üzerine mutlaka bir kuvvetin etki ediyor olması gerekmektedir.

### **Soru 7**

Aşağıdaki soruyla öğrencilerin sürtünmesiz bir ortamda hareket eden bir cismin hareketi hakkındaki fikirlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

7. Sabit süratle hareket etmekte



Şekildeki tahta kutu düz bir yol üzerinde değişmeyen bir süratle hareket etmektedir. Kutunun bulunduğu ortam **sürtünmesizdir**.

a) Bu tahta kutunun sabit süratli hareketine aynı doğrultuda devam edebilmesi için bir kuvvet uygulanması gerekir mi? Aşağıdaki seçeneklerden uygun olanı işaretleyip cevabınızın nedenini açıklayınız.

- Kuvvet uygulanması gerekli değildir.
- Sağa doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır.
- Sağa doğru düzgün bir şekilde artan kuvvet uygulanmalıdır.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

.....

.....

.....

b) Tahta kutunun süratının azalması için (yavaşlaması) nasıl bir kuvvete ihtiyaç vardır? Aşağıdaki seçeneklerden uygun olanı işaretleyip cevabınızın nedenini açıklayınız.

- Kuvvet uygulanması gerekli değildir. Eğer beklenirse kutu kendine kendine yavaşlayacaktır.
- Sola doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır.
- Sola doğru artan bir kuvvet uygulanmalıdır.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

.....

.....

.....

c) Tahta kutunun süratının artması için (hızlanması) nasıl bir kuvvete ihtiyaç vardır? Aşağıdaki seçeneklerden uygun olanı işaretleyip cevabınızın nedenini açıklayınız.

- Kuvvet uygulanması gerekli değildir.
- Sağa doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır.
- Sağa doğru artan bir kuvvet uygulanmalıdır.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

.....

.....

**Şekil 4.1.7 Kavramsal anlama testi 7. soru**

Aşağıdaki öğrencilerin seçeneklere verdikleri cevaplar ayrı tablolarda gösterilmiştir.

**Tablo 4.1.15 Öğrencilerin 7. sorunun a seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	Kuvvet uygulanması gerekli değildir	15 (23.4)
Yanlış	Sağa doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır	34 (53.1)
Yanlış	Sağa doğru düzgün bir şekilde artan kuvvet uygulanmalıdır	10 (15.6)
Kodlanamayan		4 (6.2)
Boş		1 (1.6)

Sorunun a seçeneğinin doğru yanıtı, tahta kutunun hareketine devam etmesi için kuvvet uygulanmasının gerekli olmadığıdır. Öğrencilerin % 23.4'ü kuvvet uygulanması gerekli değildir deyip doğru cevap vermiştir. Bu öğrencilerin açıklamalarından bazısı şöyledir: *“Başka bir kuvvete gerek yoktur çünkü kuvvet uygularsak sürat değişir. (Öğrenci 4) “ “Bu tahta kutu aynı doğrultuda ilerliyor. Zaten bir de biz kuvvet uygularsak hızı artar. (Öğrenci 27)”*

Toplamda öğrencilerin % 68.7'si ise yanlış cevap vermiştir. Yanlış cevap veren öğrenciler bir kuvvet uygulanması gerektiğini düşünmektedirler. Öğrencilerin % 53.1'i sağa doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır derken (Sağa doğru hep aynı kuvvet ifadesi sabit kuvvet anlamında kullanılmıştır. Sabit kuvvet denmemesinin sebebi öğrencilerin öğretim öncesinde bu kavramı duymamış olmalarıdır.) % 15.6'sı sağa doğru artan bir kuvvet uygulanması gerektiğini söylemiştir. Yanlış cevap veren öğrencilerin açıklamaları şöyledir: *“Çünkü tahta kutuya kuvvet uygulanmazsa hareket etmez. (Öğrenci 31)” “Sürtünmesiz de olsa bir süre sonra durur. (Öğrenci 47) “*

Burada yanlış düşünen öğrencilerin açıklamaları Halloun ve Hestenes'in (1985 ve 1992) çalışmalarındaki sonuçla benzerlik göstermektedir [35, 40]. Öğrenciler cismin hareketine devam etmesi için üzerine bir kuvvet etki etmesi gerektiğini düşünmektedirler.

**Tablo 4.1.16 Öğrencilerin 7. sorunun b seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	Sola doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır	21 (32.8)
Yanlış	Kuvvet uygulanması gerekli değildir. Eğer beklenirse kutu kendi kendine yavaşlayacaktır	28 (43.8)
Yanlış	Sola doğru artan bir kuvvet uygulanmalıdır	10 (15.6)
Kodlanamayan		4 (6.2)
Boş		1 (1.6)

B seçeneğinin doğru cevabı kutunun yavaşlaması için sola doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır şeklindedir. Öğrencilerin % 32.8'i doğru cevap vermiştir. Burada hep aynı kuvvetten kastedilenin sabit bir kuvvet olduğu önceden de söylenmişti. Öğrencilerin toplamda % 59.4'ü yanlış cevap vermiştir. Doğru cevap veren öğrencilerden birinin açıklaması şöyledir; “Çünkü o zaman dengelenir ve hareketi azalır. (Öğrenci 36)” Yanlış cevap veren öğrencilerin açıklamaları ise şöyledir: “Çünkü kuvvetsiz hareket olmaz. (Öğrenci 33)” “Eğer kuvvet uygulanmazsa tüm hareketsiz cisimler yavaşlar. (Öğrenci 31)” Görüldüğü gibi öğrenci 33 ve 31'in açıklaması en temel alternatif kavramlardan olan “hareket kuvvet gerektirir.” ifadesiyle örtüşmektedir.

**Tablo 4.1.17 Öğrencilerin 7. sorunun c seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	Sağa doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır.	11 (17.2)
Yanlış	Kuvvet uygulanması gerekli değildir.	7 (10.9)
Yanlış	Sağa doğru artan bir kuvvet uygulanmalıdır	44 (68.8)
Boş		2 (3.1)

C seçeneğinin doğru cevabı, tahta kutunun süratinin artması için sağa doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır şeklindedir. Öğrencilerin % 17.2'si sağa doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır diyerek doğru cevap vermişlerdir. Toplamda öğrencilerin % 79.7'si yanlış cevap vermiştir. Öğrencilerin % 10.9'u kuvvet uygulanması gerekli değildir diyerek yanlış cevap vermiştir. Öğrenciler oldukça büyük olan % 68.8'lik bir oranla sağa doğru artan bir kuvvet uygulanması gerektiğini söylemişlerdir. Böyle söyleyen öğrencilerin açıklamalarından bazıları şöyledir: “Sağa doğru olan kuvveti artırırsak hız çoğalır. (Öğrenci 4)” “Artan bir kuvvet uygulanırsa hızı artar. (Öğrenci 40)” “Sağa doğru artan bir kuvvet uygulanırsa hızlanır. Çünkü bu zemin sürtünmesiz. (Öğrenci 33)” “Kuvvet arttıkça sürat çoğalır. (Öğrenci 35)”

Üzerine sabit bir kuvvet uygulanmalıdır diyen bir öğrenciyle yapılan görüşme şöyledir:

**Görüşmeci:** Burada sürtünmesiz yüzey üzerinde bir tahta kutu var. Tahta kutunun sabit süratle gitmesi için ne yapmak gerekir?

**Öğrenci 56:** ...üç yok beş Newton desek buraya doğru bir kişi çekse..

**Görüşmeci:** buraya derken doğruya doğru?

**Öğrenci 56:** doğruya doğru bir kişi çekse sabit süratle gider. Hep 5 şey süratiyle aynı giderse sabit süratle gider.

**Görüşmeci:** 5 neyle?

**Öğrenci 56:** 5 kilometre. Ya buraya sabit süratle gider. Ona şuradan bir ip bağlarız ve hep aynı hızla çekeriz hiç değiştirmeyiz.

**Görüşmeci:** sürekli çekmemiz mi gerekir?

**Öğrenci 56:** evet. Sabit süratle gitmesi için sürekli çekmemiz gerekir.

**Görüşmeci:** sürtünmesiz bir yüzey.

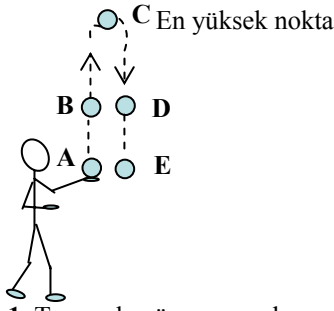
**Öğrenci 56:** bıraktık mı yani o hiçbir kuvvet olmadığı için gitmez artık durur olduğu yerde.

Açıklamalardan ve görüşmeden anlaşıldığı gibi öğrenciler, süratin kuvvet gerektirdiğini düşünmektedirler. Süratin artması için cismin üzerine mutlaka sürekli artan bir kuvvetin etki etmesi gerektiğini düşünmektedirler. Bu alternatif kavram, Halloun ve Hestenes (1985) ve Clement'in (1982) çalışmalarındaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir [35, 36]. Bu durum kuvvet konusunda en temel alternatif fikirlerden biri olan “hareket kuvvet gerektirir.” düşüncesinin bu çalışmadaki öğrencilerde de mevcut olduğunun göstergesidir. Çünkü öğrencilere göre cismin hareketine devam edebilmesi için sabit bir kuvvet zaten etki etmelidir, bu sabit

kuvvet de cismın sabit süratle hareketine devam etmesini sağlar. Eğer cismın hızlanması isteniyorsa bu kez cismın üzerine artan miktarda kuvvet uygulanmalıdır. Bu düşünceyle öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların tutarlı olduğu görülmektedir.

### **Soru 8**

Aşğıdaki soruyla öğrencilerin yerçekimi kuvvetiyle ilgili fikirlerinin öğrenilmesi amaçlanmıştır.



Ali bir tenis topunu şekildeki gibi havaya fırlatıyor. Top yükseliyor. Yavaşlıyor. Duruyor. Yönünü değiştirip düşmeye başlıyor. Buna göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Top neden önce yavaşlayıp sonra düşmeye başlıyor olabilir?

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

2. Top Ali'nin elinden çıkarken yani A konumundayken üzerine kuvvet etki eder mi? Ederse hangi kuvvetler etki eder? Yandaki şekil üzerinde gösteriniz.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

3. Top B konumundayken üzerine etki eder mi? üzerine kuvvet etki eder mi? Ederse hangi kuvvetler etki eder? Yandaki şekil üzerinde gösteriniz.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

4. Top en yüksek noktadayken yani C konumundayken üzerine kuvvet etki eder mi? Ederse hangi kuvvetler etki eder? Yandaki şekil üzerinde gösteriniz.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

5. Top D konumundayken üzerine etkiyen kuvvetler var mı? üzerine kuvvet etki eder mi? Ederse hangi kuvvetler etki eder? Yandaki şekil üzerinde gösteriniz.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

6. Top E konumuna gelince yani Ali'nin eline düşünce üzerine kuvvet etki eder mi? Ederse hangi kuvvetler etki eder? Yandaki şekil üzerinde gösteriniz.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

**Şekil 4.1.8 Kavramsal anlama testi 8. soru**

Sorunun doğru yanıtı, 1. seçenekte, topun düşme sebebi yerçekimi kuvvetidir. 2. seçenekte top A konumundayken üzerine etki eden kuvvetler yerçekimi ve Ali'nin kuvvetidir. 3., 4. ve 5. seçenekte etki eden kuvvet sadece yerçekimidir. 5. seçenekte yani top Ali'nin eline düşünce etki eden kuvvetler yerçekimi ve Ali'nin kuvvetidir.



**Tablo 4.1.18 Öğrencilerin 8. sorunun 1. seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	Yerçekimi (A)	37 (57.8)
Kısmen Doğru	Hava direnci (B)	2 (3.1)
	Sürati azalıyor (C)	5 (7.8)
	Enerjisi bitiyor (D)	4 (6.3)
Yanlış	Kuvvet yukarı çıkarken azalıyor (E)	2 (3.1)
Karma	A-B	3 (4.7)
	A-E	2 (3.1)
Cevaplanmayan		8 (12.5)
Boş		1 (1.6)

1. seçenekte öğrencilerin % 57.8'i yerçekimi demişlerdir. Diğer öğrenciler de çok az olmakla birlikte çeşitli oranlarda diğer cevapları vermişlerdir.

Cismin kuvvetinin azaldığını söyleyen bir öğrencinin açıklaması şöyledir: “Kuvvet azalıyor ve yerçekimi kuvveti etkiliyor.” Bu görüş Halloun ve Hestenes’in (1985) ve Hestenes ve diğerlerinin (1992) yaptıkları çalışmalarda belirttiği gibi “impetus” kavramıyla ilişkilidir [35, 40]. Yani öğrenciler, cismin içinde onu harekete geçiren bir itici kuvvet olduğunu düşünmektedirler. Cisim yukarı çıktıkça bu itici kuvvet de zamanla azalmaktadır. Yerçekimi kuvveti daha etkin hale gelerek cismin yere düşmesine neden olmaktadır.

Bundan sonraki seçeneklerle ilgili önce tablolar verilecek ardından genel bir değerlendirme yapılacaktır. Sorunun bir bütün olarak ele alınıp öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların incelenmesi daha uygun görülmüştür.

Tablo 4.1.19 Öğrencilerin 8. sorunun 2. seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	Kuvvet etki eder	51 (79.7)
Yanlış	Etmez	5 (7.8)
Etki eden kuvvetler	Yerçekimi	6 (9.4)
	Çocuğun kuvveti	29 (45.3)
	Yerçekimi ve çocuğun kuvveti	1 (1.6)
Kodlanamayan		6 (9.4)
Boş		4 (6.2)

Tablo 4.1.20 Öğrencilerin 8. sorunun 3. seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	Kuvvet etki eder	30 (46.9)
Yanlış	Etmez	22 (34.3)
Etki eden kuvvetler	Yerçekimi	8 (12.5)
	Çocuğun kuvveti	9 (14.1)
	Yerçekimi ve çocuğun kuvveti	3 (4.7)
Kodlanamayan		6 (9.4)
Boş		6 (9.4)

Tablo 4.1.21 Öğrencilerin 8. sorunun 4. seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	Kuvvet etki eder	32 (50)
Yanlış	Etmez	21 (32.8)
Etki eden kuvvetler	Yerçekimi	19 (29.7)
	Çocuğun kuvveti	1 (1.6)
Kodlanamayan		3 (4.7)
Boş		8 (12.5)

**Tablo 4.1.22 Öğrencilerin 8. sorunun 5. seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	Kuvvet etki eder	40 (62.5)
Yanlış	Etmez	10 (15.6)
Etki eden kuvvetler	Yerçekimi	28 (43.8)
Kodlanamayan		3 (4.7)
Boş		11 (17.2)

**Tablo 4.1.23 Öğrencilerin 8. sorunun 6. seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
Doğru	Kuvvet etki eder	22 (34.4)
Yanlış	Etmez	27 (42.2)
Etki eden kuvvetler	Yerçekimi	10 (15.6)
	Çocuğun kuvveti	3 (4.7)
Kodlanamayan		5 (7.8)
Boş		10 (15.6)

2. seçenekten itibaren, öğrencilerin cevaplarını bir bütün olarak görmek için aşağıdaki tablo hazırlanmıştır. Bu tablonun sol tarafında seçenekler, seçeneklerin hemen yanında ise, öğrencilerden kuvvet etki eder diyenlerin oranı, aynı seçeneğin bir alt satırında yerçekimi kuvveti diyenlerin oranı ve çocuğun kuvveti diyenlerin oranı bulunmaktadır.

**Tablo 4.1.24 Kavramsal anlama testi 8. soru genel bakış (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)
2. Seçenek	Kuvvet etki eder	51 (79.7)
	Çocuğun kuvveti	29 (45.3)
	Yerçekimi	6 (9.4)
3. Seçenek	Kuvvet etki eder	30 (46.9)
	Çocuğun kuvveti	9 (14.1)
	Yerçekimi	8 (12.5)
4. Seçenek	Kuvvet etki eder	32 (50)
	Çocuğun kuvveti	1 (1.6)
	Yerçekimi	19 (29.7)
5. seçenek	Kuvvet etki eder	40 (62.5)
	Çocuğun kuvveti	-
	Yerçekimi	28 (43.8)
6. Seçenek	Kuvvet etki eder	22 (34.4)
	Çocuğun kuvveti	3 (4.7)
	Yerçekimi	10 (15.6)

2. seçenekte öğrencilerin % 79.7'si topa kuvvet etki edeceğini söylüyor. Bu kuvveti % 45.3'ü çocuğun uyguladığı kuvvet, % 9.4'ü ise yerçekimi kuvveti olarak tanımlamış.

3. seçenekte kuvvet etki eder diyenlerin oranı % 46.9'a düşmüştür. Çocuğun kuvveti diyenlerin oranı da % 14.1'e düşmüştür.

4. seçenekte yani top en yüksek noktadayken öğrencilerin % 29.7'si etki eden kuvvetin yerçekimi olduğunu söylemektedirler. Çocuğun kuvveti olduğunu söyleyenlerin oranında ise büyük bir düşüş olmuştur.

5. seçenekte kuvvet etki eder diyenlerin oranı bir önceki seçeneğe göre daha da artış gösteriyor ve oran % 62.5'tir. Öğrencilerin % 43.8'i yerçekimi kuvvetinin etki ettiğini söylemiştir.

6. seçenekte ise kuvvet etki eder diyenlerin oranı % 34.4'tür. Burada çocuğun kuvveti diyenlerin oranı % 4.7 ve % 12.5 oranlarında görülmektedir.

Görüldü gibi top Ali'nin elinden fırlarken öğrenciler büyük bir oranda kuvvet etki eder demişlerdir. Top havaya yükseldiğinde B konumuna (3. seçenek) geldiğinde ise çocuğun kuvvetinin hala etki ettiğini düşünenlerin oranı %14.1dir. Yerçekimi kuvveti diyenlerin oranı ise daha azdır. Top en yüksek noktaya geldiğinde ise (4. seçenek), öğrenciler büyük oranda yerçekimi kuvvetinin etki ettiğini söylemişlerdir. 5. seçenekte yani top D konumuna gelince üzerine etki eden kuvvetleri % 43.8 oranında yerçekimi kuvveti olarak söylemişlerdir, çocuğun kuvveti diyen öğrenci yoktur. Top E konumuna gelince kuvvet etki eder diyenlerin oranı % 34.4'tür. Bu öğrencilerin % 15.6'sı yerçekimi, % 4.7'si ise çocuğun kuvvetinin etki ettiğini söylemiştir.

Öğrencilerin benzer cevaplar verdikleri görülmüştür, buna örnek olarak bir öğrencinin testteki açıklaması şöyledir: “Çünkü en tepedeyken sürati azalır ve enerjisi yani kuvveti biter sonra aşağı gider hızlanan hareket yapar. (Öğrenci 37)” Bir diğer öğrencinin açıklaması ise şöyledir: “kuvvet azalıyor ve yerçekimi kuvveti etkiliyor.(Öğrenci 36)”

Bir öğrenciyle yapılan görüşme aşağıdaki gibidir.

**Görüşmeci:** Birinci konumdayken topun üzerine etki eden kuvvetler nelerdir?

**Öğrenci 35:** Birinci konumda vardır.

**Görüşmeci:** Gösterebilir misin?

**Öğrenci 35:** Birincisi yerçekimi kuvveti olduğu için yerçekimi kuvveti kendine doğru yani aşağı doğru çocuk da elinde tuttuğu için aynı zamanda zıt yönlü yukarı doğru uygulamış olur.

**Öğrenci 35:** İkinci konumda yine çocuğun, artık uygulamış kuvveti, devam ediyor ama gittikçe artık ikinci konumda sürati azalmaya başlar, gittikçe yani yerçekimi ona kuvvet uygulamaya devam eder ama artık yerçekimi daha güçlü kuvvet yani daha güçlü olmaya başladığı için yani uyguladığı kuvvet azaldığı için sürati de azalır. Ve artık daha da yavaşlamaya başlar yerçekimi kuvveti birazcık daha çok etki etmiş olur.

**Görüşmeci:** İkinci konumda çocuğun uyguladığı kuvvet de var mı yani?

**Öğrenci 35:** Çocuğun uyguladığı kuvvet devam eder ama daha bitmemiş olduğu için.

**Görüşmeci:** Yine onları da gösterebilir misin?

**Öğrenci 35:** *Yine aynı şekilde bence ikincisi. ama yani ikincisinde bu kez yerçekimi kuvveti şu aşağı doğru olup daha uzun olur çünkü daha çok kuvvet uyguluyor, üçüncü konumdaysa artık, kuvvetler eşitlenmiş olur, çünkü yani gittikçe azalmaya başladığı için çocuğun uyguladığı kuvvet artık yerçekimi yani mesela bu bir oynusa kazanmış gibi olur yani çünkü üçüncü konumda yani artık durur cisim. Kuvvetler burada eşitlenmiş gibi olur yani bileşkesi sıfır olur. Daha sonra dördüncü konumda artık çocuğun uyguladığı kuvvet yoktur ve artık yerçekimi süratini artırarak aşağı doğru çekmeye başlar onu. Dördüncü konumda sadece top aşağı doğru gider. Beşinci konumda tekrar yerçekimi kuvvetiyle yerde sabit kalır.*

Burada öğrenci 35'in görüşmedeki açıklaması ve diğer öğrencilerin testteki cevapları, Hestenes ve diğerlerinin (1992) çalışmasında yer alan “*Yerçekiminin etkisi cisimler düşerken artar.*” düşüncesiyle benzerlik göstermektedir [40]. Öğrenciler top elinden çıkınca Ali'nin ve yerçekiminin etkisi olduğunu düşünmekte, top havada biraz yükselince yine Ali'nin kuvvetinin etkisinin devam ettiğini düşünmektedirler. Top en yüksek noktaya gelip düşmeye başlayınca etki eden kuvvetin öğrencilere göre büyük oranda yerçekimi kuvveti olduğunu görmekteyiz. Öğrencilerin açıklamasına göre top yükseldikçe yerçekimi kuvvetinin etkisi daha artmaya başlar, top en yüksek noktaya geldiğinde artık yerçekimi, çocuğun kuvvetiyle eşit hale gelir ve top artık yükselmez. Diğer konumlarda artık yerçekimi kuvveti çocuğun kuvvetini yenmiştir.

## **4.2 Kuvvet Ve Hareketle İlgili Bazı Kavramların Kavramsal Gelişimi**

Bu bölümde kuvvet ve hareketle ilgili olarak kuvvet, sürat, dengelenmiş-dengelenmemiş kuvvetler ve yerçekimi kavramlarının kavramsal gelişiminin incelenmesinden elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

### **4.2.1 Kuvvet Kavramının Gelişimi**

Kuvvet kavramının gelişiminin incelenmesinde, öğrencilere öğretim öncesi ve sonrası uygulanan kavramsal anlama anketindeki 2. soru (Şekil 4.1.2) göz önünde bulundurulmuştur. Soruda kuvvet kelimesinden öğrencilerin ne anladıkları sorulmuştur. Tablo 4.2.1.'de öğrencilerin ön test ve son test sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.1 Öğrencilerin kuvvet kavramına ilişkin görüşleri (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)	Frekanslar n (%)
Doğru	Cisimlerin sürat, şekil, yön ve doğrultularını değiştirebilen etki (A)	8 (12.5)	34 (53.1)
Kısmen Doğru	Cisme uygulanan itme, çekme (B)	14 (21.8)	7 (10.9)
	Yerçekimi (C)		1 (1.6)
Yanlış	Güç (D)	21 (32.8)	6 (9.4)
	Enerji (E)	7 (10.9)	4 (6.2)
	Hareket, enerji (F)	1 (1.6)	-
	Hareket (G)	2 (3.1)	1 (1.6)
Karma Cevaplar	A-D	-	1 (1.6)
	A-E	-	4 (6.2)
	B-C	1 (1.6)	
	B-D	4 (6.2)	1 (1.6)
	B-E	3 (4.7)	-
	E-G	1 (1.6)	-
	D-E	1 (1.6)	-
Kodlanamayan		-	4 (6.2)
Boş		1 (1.6)	1 (1.6)

Ön testte öğrencilerin % 12.5'i doğru cevaba uygun açıklamalar yazmışlardır. Kısmen doğru cevap veren öğrencilerden % 21.8'i cisme uygulanan itme, çekme ifadesini kullanmıştır. Yanlış cevaplara bakıldığında, kuvvet kavramını öğrencilerin % 32.8'i güç ile % 10.9'u ise enerji ile ilişkilendirmişlerdir.

Son teste bakıldığında öğrencilerin % 53.1'i doğru cevap vermiştir. Kısmen doğru cevap ile yanlış cevap veren öğrencilerin sayısında azalma olmuş bu öğrencilerin çoğu doğru cevap vermiştir. Güç cevabı veren öğrenciler % 9.4'e, enerji cevabını veren öğrenciler de % 6.2'ye düşmüştür.

**Tablo 4.2.2 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin kuvvet kavramına ilişkin görüşleri**

CEVAPLAR		ÖN TEST	SON TEST
		Öğrenci Kodları	Öğrenci Kodları
Doğru	Cisimlerin şekil, yön ve doğrultularını değiştiren etki (A)	35, 37, 59	33, 35, 36, 37, 59
Kısmen Doğru	Cisme uygulanan itme, çekme (B)	65	65
Alternatif Kavramlar	Güç (D)	34, 56	-
	Enerji (E)	36	-
Karma	A-D	-	34
	B-D	33	56

Cevaplar

Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerden, ön testte doğru cevap veren öğrenci 35, 37 ve 59 son testte de doğru cevap vermişlerdir. Kısmen doğru cevap veren öğrenci 65'in cevabında bir değişiklik olmamıştır. Öğrenci 36 ise baştan yanlış cevap vermiş ve kuvveti enerjiyle açıklamışken son testte doğru bir tanımlama yapmıştır. Fakat öğrenciyle yapılan öğretim sonrası görüşmede çelişkili cevaplar verdiği görülmüştür. Öğrenciyle yapılan görüşme şöyledir;

**Görüşmeci:** *Kuvvet dersem ne dersin?*

**Öğrenci (36):** *Kuvvet dersek, bir cismin yönünü, şeklini, doğrultusunu, ee yani değiştiren etkiye denir.*

Öğrenciye kuvvetin ne olduğu sorulduğunda doğru cevap vermiştir. Fakat aynı öğrenciye enerji nedir diye sorulunca öğrenci, enerjiyi kuvvet kavramıyla açıklamaya çalışmıştır.

**Görüşmeci:** *Peki enerji nedir?*

**Öğrenci (36):** *Enerji bir cismin hareket ettikten sonra kazandığı bir nasıl desem, kuvvet gibi bir şey. Enerjiyle kuvveti zaten ben çok karıştırıyordum yani onun için..*

Öğrenci 36 son testte bir gelişim göstermiş gibi görünse de aslında yapılan görüşmeyle hala enerji ile kuvvet kavramlarını birbirinden ayıramadığı görülmektedir.



Ön testte alternatif kavrama sahip olan öğrenci 34 ve 56, son testte karma cevaplar vermişlerdir. Bu öğrencilerin cevapları doğru ve yanlış cevabı birlikte içermektedir. Öğrencilerin son testteki açıklamaları: "Bir cismin şeklini, yönünü, hızını, doğrultusunu değiştiren güç. (Öğrenci 34)" "Bir şeyi itmeye çalışırken verdiğimiz güce kuvvet denir. (Öğrenci 56)". Bu öğrencilerin görüşmelerdeki cevapları son testtekine benzerdir.

Ön testte karma cevap vermiş olan öğrenci 33, son testte doğru cevap veren grup içindedir. Bu öğrenciye öğretim sonrası kuvvetin tanımı sorulduğunda;

**Görüşmeci:** *Kuvveti nasıl tanımlarsın?*

**Öğrenci (33):** *Kuvvet, bir cismi hareket ettiren, duran bir cismi hareket ettiren, hareket eden bir cismi durduran veya cismin şeklini, yönünü değiştiren etkiye kuvvet denir.*

Şeklinde doğru bir açıklama yapmıştır. Fakat aynı öğrenciye enerji nedir diye sorulduğunda ise;

**Görüşmeci:** *Peki enerji nedir?*

**Öğrenci (33):** *Enerji..ee cismi hareket ettirebilen veya yine kuvvet gibi ne bileyim....*

Cevabını vermiştir. Görüldüğü gibi öğrenci 33 de doğru cevap veren öğrenciler arasında görüldüğü halde baştan sahip olduğu alternatif kavram değişmemiştir. Kuvvet kavramının doğru tanımını yapabilmesi ise, öğrencinin bu tanımı ezberlediğine yönelik bir işaret olarak düşünülebilir.

Ders kitabına bakıldığına Sürati Hesaplayalım başlıklı ilk konuda, kuvvetin cisimler üzerine etkisinden bahsettiği görülmektedir. Öğrenciler kuvvetin tanımını 6. sınıftan daha önceki yıllarda görmekteyler. Kuvvet kavramıyla ilgili öğretim şöyle olmuştur:

**Öğretmen:** *Kuvvetin tanımını kim yapmak ister?.*

**Bir öğrenci:** *Kuvvet bir cismi durduran yavaşlatan hareket ettiren hızlandıran bir etki*

**Öğretmen:** *Doğru ama eksikleri var.*

**Öğrenci:** *(Eklemeler yaparak) yönünü değiştirir şeklini değiştirir.*

**Öğretmen:** *Bunları toparlarsak kuvvetin tanımını yapmış olacağız.*

**Başka bir öğrenci:** *Kuvvet bir cismi hareket ettiren hareket halindeki bir cismi hareket ettiren veya şeklini değiştiren etkiye denir.*

**Öğretmen:** *Tamam bu da güzel oldu. Duran bir cismi hareket ettiren hareket eden cismi durduran hareket yönünü değiştiren ve bir cismin şeklini değiştiren etkiye kuvvet denir (tahtaya yazıyor.). (Burada etki kelimesine dikkat etmelerini, bu sonuçları doğuran etkiye kuvvet denir diyerek vurgulama yaptı.) Kuvvet olabilmesi için bunların hepsini birden mi yapması lazım?*

**Sınıf:** *Hayır, birinin yapması yeterli.*

**Öğretmen:** *Duran cismi hareket ettirebiliyorsa benim yaptığım etki biz buna kuvvet diyebiliyoruz.*

Öğretim kuvvetin birimi ve dinamometreyle ölçülmesi, uygulama noktası gibi konularla devam etti. Öğrencilerin öğretim sonunda kuvvetin tanımını çoğunlukla doğru yapabilmeleri önceki yıllardaki bu tanımları hatırlamalarıyla ve bu yılki öğretim sırasında öğretmenin kuvvetin bir etki olduğuna vurgu yapmasıyla ilişkili görülmektedir. Fakat kuvvetin tanımını doğru da yapsalar öğrencilerin gerçekte kuvvet- enerji ayrımını yapamadıkları yukarıdaki görüşmelerden yapılan alıntılardan görülmektedir. Bu durum, Hestenes ve diğerlerinin (1992) çalışmasıyla benzer sonuçlar içermektedir [40]. Ayrıca diğer birçok araştırmacı da Viennot, 1979; Watts and Gilbert, 1983; aktaran [43] ve Duit (1984) [42], Shymansky ve diğerleri (1998) [49] öğrencilerin, kuvvet ve enerji arasında ayrım yapamadığını belirtmişlerdir. Ders programında “Öğrenciler, kuvvet ve enerjiyi aynı anlamda kullanma eğiliminde olabilirler.” şeklinde bir ifade yer almaktadır. Fakat bu alternatif kavramın değiştirilmesine yönelik olarak bir etkinlik ya da öneri sunulmamıştır.

#### **4.2.2 Sürat Kavramının Gelişimi**

Öğrencilerin sürat kavramıyla ilgili düşüncelerini öğrenmek ve gelişimini izlemek için kavramsal anlama anketindeki 2. soru (Şekil 4.1.2) göz önünde bulundurulmuştur.

**Tablo 4.2.3 Öğrencilerin sürat kavramına ilişkin görüşleri (n=64)**

CEVAPLAR		ÖN TEST	SON TEST
		Frekanslar n (%)	Frekanslar n (%)
Doğru	<b>Birim zamanda alınan yol (A)</b>	3 (4.7)	29 (45.3)
Kısmen Doğru	<b>Bir cismin hızı (B)</b>	44 (68.7)	19 (29.6)
	<b>Yol/ zaman (C)</b>		2 (3.1)
	<b>Zaman, yol, birim (D)</b>	1 (1.6)	2 (3.1)
	<b>Kuvvet sonucu sürat oluşur (H)</b>	-	1 (1.6)
Yanlış	<b>Hareket etme (E)</b>	3 (4.7)	1 (1.6)
Karma Cevaplar	<b>B-C</b>	1 (1.6)	-
	<b>B-E</b>	4 (6.2)	-
	<b>Bir cismin hızı+ Güç</b>	1 (1.6)	-
<b>Kodlanamayan</b>		2 (3.1)	9 (14.1)
<b>Boş</b>		5 (7.8)	1 (1.6)

Ön testte öğrencilerin % 68.7'si sürati bir cismin hızı olarak ifade ederken, sadece % 4.7'lik bir oran doğru olarak tanımlamıştır. Öğrenciler sürat konusunu ilk olarak bu üniteye görecekleri için böyle bir sonuç oluşması normal görülmektedir. Diğer öğrenciler de az oranlarda farklı cevapları vermişlerdir. Son testte ise öğrencilerin % 45.3'ü doğru tanımlamıştır. Doğru tanımlayan öğrenciler de büyük bir artış olmuştur. Bununla beraber sürati sadece hız olarak ifade eden öğrencilerde azalma olmuştur. Bu öğrencilerin oranı % 29.6'ya düşmüştür.

Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin ön test ve son test sonuçları Tablo 4.2.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.2.4 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin sürat kavramına ilişkin görüşleri

CEVAPLAR		ÖN TEST	SON TEST
		Öğrenci Kodları	Öğrenci Kodları
Doğru	Birim zamanda alınan yol (A)	59	33, 34, 36, 37, 59
Kısmen Doğru	Bir cismin hızı (B)	35, 36, 37, 56, 65	35
	Kuvvet sonucu sürat oluşur (H)	-	65
	Hareket etme (E)	-	56
Yanlış	B-E	33	-
	Bir cismin hızı + Güç	34	-

Ön testte Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerden sadece bir tanesi doğru cevap vermiştir. Diğer öğrencilerden dördü bir cismi hızı açıklamasıyla kısmen doğru cevap vermişlerdir. Öğrenci 33 ve 34 ise melez cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerin ön testteki açıklamaları şöyledir: “Bir cismin hareketinin hızına ve gücüne sürat denir.(Öğrenci 34) “ “Bir cismin yani varlığın hareket edip süratle yani hızla gitmesi. (Öğrenci 33) “

Son teste bakıldığında öğrencilerden beşi doğru cevap vermiştir. Bir öğrenci ön testteki açıklamasına devam etmiştir. Diğer iki öğrenciden biri hareket etme, diğeri kuvvet sonucu sürat oluşur açıklamasını yapmışlardır.

Öğrenci 34 ile yapılan öğretim öncesi görüşmelerde şu ifadeleri kullanmıştır:

**Görüşmeci:** Sürati nasıl ifade edersin?

**Öğrenci (33):** Sürat bir cismin belli bir zaman içerisinde hızına denir.....ya da kuvvet...kuvvet diyelim.

Öğrenci 34, sürati hem güç hem de kuvvet kavramıyla açıklamıştır.

Öğrenci 34'e öğretim sonrası görüşmelerde derste öğrendikleri grafiksel çizimlerle ilgili sorulduğunda:

**Görüşmeci:** peki yol- zaman grafiği çizebilir misin?

**Öğrenci (34):** sürat= yol/zaman olduğu için sürati 50, zamanı bir saat, km/ sa cinsinden ayarladığımız için, yolu zamana bölünce sürat çıkıyor, o yüzden sürati zamanla çarpınca yol çıkıyor....(çizmeye başlar.)

Öğrenci 34 sürati işlem yaparken formül olarak doğru tanımlamaktadır. Aynı öğrenciye konuşmanın devamında sürat nedir diye sorulduğunda ise:

**Öğrenci (34):** *Bir cismin zaman içinde... Belli bir zaman içinde aldığı hareket hızına denir.*

Cevabını vermiştir. Bu durum Mildenhall ve Williams'ın (2001) çalışmasında yer alan öğrencinin durumuyla benzerlik taşımaktadır [50]. Öğrenci, fizik konularında başarılı öğrenciler arasında yer almaktadır. Fakat öğrenciye bilgisini kullanmasını gerektiren farklı ve yorum gerektiren bir soru sorulduğunda öğrenci problem yaşamaktadır. Öğrenci 34 baştan sürat için güç kavramını kullanırken öğretim sonrasında ise sürati tam olarak ifade edemese de güç kavramıyla ilişkilendirmemiştir. Bu bir gelişim olarak görülebilir. Fakat yine de öğrenci sürati tam olarak ifade etmekte zorlanmaktadır.

Öğrenci 33 de son testte doğru cevap vermiştir. Fakat bu öğrenciyle de yapılan görüşmelerde öğrenci 34'teki gibi yetersiz açıklamalara sahip olduğu bulunmuştur.

**Öğrenci (33):** *ee sürat..bir cismin hareket halindeki ne diyeyim, enerjisi herhalde. Yani aslında sürat hesaplamaları diğerlerini biliyorum da.*

**Görüşmeci:** *bir cismin enerjisidir mi diyorsun?*

**Öğrenci (33):** *gerçi değil de yani tanımlarken işte.*

Bu konuyla ilgili öğretimden bazı kesitler aşağıda verilmiştir.

Öğretmen sürat formülünü anlatıyor. Öğrenciler not alıyorlar. Formüldeki sembollerin İngilizceden geldiğini söylüyor.

**Bir öğrenci:** *Öğretmenim metre/ saniye derken h yazılıyor, h de hour yani saat kelimesi.*

**Başka bir öğrenci:** *V hacim demek değil mi öğretmenim?*

**Öğretmen:** *Hacim ama bunları kullanmamızın sebebi bazı problemlerde kolaylık sağlaması açısından.*

Öğrenciler ders kitabındaki Yürüme Yarışı adlı etkinliği yaptılar. Etkinlikte değişik oyuncak arabaların süratlerini hesapladılar. Öncelikle birinci oyuncak için,

öğretmen tahtada sürat formülünü yazıyor. Formül üzerinde verilenleri yazıyor. Öğrenciler hesaplamalarını söylüyorlar. Öğretmen yol birimini zaman birimine böldüğünü söylüyor. Öğretmen örnek olarak gösterdikten sonra diğer oyuncağın süratini hesaplamayı öğrencilere bıraktı. Bazı öğrenciler buldukları sonuçları öğretmene gösteriyorlar. Bir öğrenci tahtada sorunun çözümünü yaptı. Öğretmen farklı soru tiplerinin olduğundan bahsediyor. Bazı durumlarda araçların sürati verilip, yol ya da zamanın sorulabileceğinden bahsediyor. Öğretmen, sınavlarda karşılına çıkabilecek sorularla ilgili açıklama yapıyor ve akıllı üçgeni tahtaya çiziyor. Öğrenciler not alıyorlar. Akıllı üçgeni kullanmak için bir soru sordu ve sınıf soruyu çözüyor. Dersin devamı sürat ile ilgili soru çözümüyle devam etti. Ders kitabında sabit sürat kavramı ve bununla ilgili grafiksel etkinlikler yer almaktadır. Öğretim sırasında ise sabit sürat kavramına özellikle grafik çizimlerinde fazla vurgu olmamıştır. Sürat konusunda birim dönüştürmeler ve soru çözümü ağırlıklı bir ders işlenmiştir.

Görüşmelerden anlaşıldığı gibi öğrenciler soruları çözerken sürat formülünü bilip uygulamada sorun yaşamazken bu kavramı tanımlamaları istendiğinde zorlanmaktadırlar. Bu durumun öğrencilerin derste özellikle soru çözümü üzerine yoğunlaştırılması ile ilgili olduğu düşünülebilir. Programda sürat kavramının kuvvet ile karıştırılabileceği söylenmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunda ön testte bu alternatif fikir görülmemiştir. Fakat kavramsal gelişimi izlenen öğrencilerden öğrenci 34 ön testte sürati güç kavramıyla ilişkilendirmiştir. Ayrıca öğrenci 33 de öğretim sonrası görüşmelerde sürati enerji kavramıyla açıklamaya çalışmıştır. Büyük bir oranda görülmediği halde görüşmelerde öğrencilerin bu ifadeleri kullanmaları, sınıftaki diğer öğrencilerin de bu alternatif fikirlere sahip olabileceği fikrini uyandırmaktadır. Programda bu uyarı yapıldığı halde bu alternatif düşüncenin değiştirilmesine yönelik bir öneride bulunulmamıştır.

#### **4.2.3 Dengelenmiş- Dengelenmemiş Kuvvet Kavramının Gelişimi**

Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvet kavramının gelişiminin incelenmesi için öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanan kavramsal anlama anketinin 4.

ve 5. sorularının a ve b şıkları (Şekil 4.1.4 ve 4.1.5) ile 6. sorunun d ve e şıkları (Şekil 4.1.6) göz önünde bulundurulmuştur.

Aşağıdaki tabloda 4. sorunun a ve b şıklarının ön test ve son test sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.5 Öğrencilerin 4. soru a ve b şıklarına verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		ÖN TEST	SON TEST
		Frekanslar n (%)	Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Ahmet kutuya kuvvet uygular</b>	61 (95.3)	59 (92.2)
<b>Yanlış</b>	<b>Uygulamaz</b>	2 (3.1)	4 (6.2)
<b>Kodlanamayan</b>		1 (1.6)	1 (1.6)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	50 (78.1)	54 (84.4)
	<b>Sol</b>	1 (1.6)	-
	<b>Boş</b>	10 (15.6)	5 (7.8)

Bu soruda öğrenciler öğretim öncesinde kuvvetin yönünü göstermeyi bilmedikleri için onlara soruda bir yönerge verilmesi uygun görülmüştür. Ön testte öğrencilerin % 95.3'ü bu soruya “Ahmet kutuya kuvvet uygular.” deyip doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin % 78.1'i kuvvetin yönünün sağ olduğunu gösterip doğru cevap vermiştir.

Son teste bakıldığında öğrencilerin % 92.2'si doğru cevap vermiştir. Çok önemli bir fark olarak görülmemiştir. Öğrencilerin % 84.4'ü ise yönünü doğru göstermiştir. Bunu sınıf düzeyinde bir gelişim olarak nitelendirebiliriz.

Tablo 4.2.6'da kavramsal gelişimi incelenen öğrencilerin ön test ve son test sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.6 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 4. sorunun a ve b şıkkına verdikleri cevaplar**

CEVAPLAR		ÖN TEST	SON TEST
		Öğrenci Kodu	Öğrenci Kodu
<b>Doğru</b>	<b>Ahmet kutuya kuvvet uygular</b>	33, 34, 35, 36, 37, 56, 59, 65	33, 34, 35, 36, 37, 56, 59, 65
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	33, 34, 36, 37, 56, 59, 65	33, 34, 36, 37, 56, 59, 65
	<b>Sol</b>		
	<b>Boş</b>	35	35

Kavramsal gelişimi incelenen öğrenciler ön testte hepsi doğru cevap vermiştir. Sadece öğrenci 35 kuvvetin yönünü çizmemiştir. Son testte de bütün öğrenciler kuvvet uygular diyerek doğru cevap vermiş yine öğrenci 35 yönünü boş bırakmıştır. Öğrencinin sorunun b seçeneğini boş bırakmış olması bilmediği anlamına gelmemektedir çünkü yapılan görüşmelerde öğretim öncesinde bile öğrenci doğru yön ve doğrultuyu gösterebilmiştir. Öğrenciyle öğretim öncesi yapılan görüşme aşağıdaki gibidir.

**Görüşmeci:** *peki sence bir cismin üzerine etki eden kuvveti ya da kuvvetleri nasıl gösterebiliriz?*

**Öğrenci 35:** *Ee ok işaretleriyle gösterebiliriz.*

**Görüşmeci:** *Mesela ben şimdi bu kutuyu duvara doğru itiyorum diyelim, benim uyguladığım kuvvetin yönü ve doğrultusu nasıldır?*

**Öğrenci 35:** *Bu mesela bu taraftan itiyorsak kutuyu, bu tarafa gider yani kuvvet buradan uygulanır.*

**Görüşmeci:** *Kuvvetin doğrultusu, yönü neresidir?*

**Öğrenci 35:** *E yönü ittirdiğimiz tarafın tam tersi*

**Görüşmeci:** *Yani şöyle midir?*

**Öğrenci 35:** *Yok yani mesela böyleyse ilerde karşı.*

**Görüşmeci:** *Bu kutuya bir kuvvet uyguluyorum bu sırada kutu bana bir kuvvet uygular mı?*

**Öğrenci 35:** *Evet çünkü onun da sürtünmeyle direnci olur. o sırada o da size uygulamış olur.*

**Görüşmeci:** *Peki onu uygulayan masanın yüzeyi midir, yoksa kutunun kendisi midir?*

**Öğrenci 35:** *Masanın yüzeyidir.*



Öğretim sonrası görüşmeden bir kısmı aşağıdadır.

**Görüşmeci:** *Bir tane oyuncak araba var ve iki buçuk yaşında da bir tane çocuk ipten tutmuş bu oyuncak arabayı kendine doğru çekiyor. Kuvvetin uygulama noktasını, yönünü, doğrultusunu gösterebilir misin?*

**Öğrenci (35):** *doğrultusu doğu-batı, doğu yönüne doğru çekiyor. (çiziyor.)*

Aşağıdaki tabloda öğrencilerin 5. sorunun a ve b seçeneğine verdikleri cevaplar gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.7 Öğrencilerin 5. sorunun a ve b şikkına verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		ÖN TEST	SON TEST
		Öğrenci kodu	Öğrenci kodu
Doğru	Burcu kutuya kuvvet uygular	63 (98.4)	64 (100)
Yanlış	Uygulamaz	1 (1.6)	-
Yönü	Sağ	59 (92.2)	63 (98.4)
	Boş	4 (6.2)	1 (1.6)

Bu soruda hareket halinde olan kutuya Burcu'nun kuvvet uygulayıp uygulamadığı ve yine zeminin kutuya bir kuvvet uygulayıp uygulamadığı sorulmuştur.

Ön testte öğrencilerin %98.4'ü kuvvet uygular diyerek doğru cevap vermiştir. Yönünü ise % 92.2 oranında doğru çizmişlerdir. Son testte sınıfın tamamı kuvvet uygular demiştir. Yönünü de % 98.4 oranında doğru çizmişlerdir. Öğrencilerin son testte doğru cevaplarında bir artış olmuştur.

Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin ön test ve son testte verdikleri cevaplar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.8 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 5. sorunun a ve b şıkkına verdikleri cevaplar**

CEVAPLAR		ÖN TEST	SON TEST
		Öğrenci kodu	Öğrenci kodu
Doğru	Burcu kutuya kuvvet uygular	33, 34, 35, 36, 37, 56, 65	33, 34, 35, 36, 37, 56, 59, 65
Yanlış	Uygulamaz	59	-
Yönü	Sağ	33, 34, 35, 36, 37, 56, 65	33, 34, 35, 36, 37, 56, 59, 65

Kavramsal gelişimi izlenen öğrencilerden ön testte yalnızca bir tanesi (Öğrenci 59) kuvvet uygulamaz demiştir. Öğrencinin testteki açıklaması şöyledir: “Evet kaygan olduğu için Burcu kuvvet uygulamak zorunda kalmaz.” Yönüyle ilgili ise geriye kalan yedi öğrenciden altısı doğru cevaplamış bir öğrenci yönünü göstermemiştir. Son testte ise tüm öğrenciler doğru cevap vermiştir. Yönünü de doğru olarak göstermişlerdir. Ön testte yanlış cevap veren öğrenci 59’un son testteki açıklaması şöyledir: “Evet uygular. Çünkü hareket etmektedir.”

Öğrenci 59 ile yapılan öğretim sonrası görüşme aşağıdaki gibidir.

**Görüşmeci:** *Diyelim ki bir tane oyuncak araba var bir tane de ip var, çocuğun biri de bu ipi tutmuş çekiyor. Sence bu esnada araba üzerine etkiyen kuvvet var mı?*

**Öğrenci 59:** *Evet çocuğun uyguladığı kuvvet var.*

**Görüşmeci:** *Peki bunu gösterebilir misin?*

**Öğrenci 59:** *Uyguladığı kuvvet, ee çocuğun arabaya uyguladığı kuvvet mi?*

**Görüşmeci:** *Evet.*

**Öğrenci 59:** *Ee kuvvet bu yöne doğru araba da zaten bu yöne gidiyor.*

**Görüşmeci:** *Peki uygulama noktası neresi?*

**Öğrenci 59:** *Uygulama noktası..şurası.*

**Görüşmeci:** *Kuvveti uygulama noktası burası diyorsun. ipin son noktası yani.*

**Öğrenci 59:** *İlk noktası.*

Görüldüğü gibi öğrenci 59, çocuğun çektiği oyuncak araba üzerine, çocuğun kuvvetinin etki ettiğini söylemiştir.

Aşağıdaki tabloda öğrencilerin 6. sorunun d seçeneğine verdikleri cevaplar aşağıda gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.9 Öğrencilerin 6. sorunun d seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		ON TEST	SON TEST
		Frekanslar n (%)	Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Kaykay hareket eder</b>	49 (76.6)	60 (93.7)
<b>Yanlış</b>	<b>Etmez</b>	10 (15.6)	4 (6.2)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	6 (9.4)	7 (10.9)
	<b>Sol</b>	43 (67.2)	53 (82.8)
<b>Sürati</b>	<b>Artar</b>	23 (35.9)	38 (59.3)
	<b>Azalı</b>	24 (37.5)	16 (25)
	<b>Değişmez</b>	2 (3.1)	6 (9.4)
<b>Boş</b>		4 (6.2)	-

Bu soruda kaykay öncelikle ip kopunca ters kuvvetin etkisiyle yavaşlar bir an durur ve daha sonra da sola doğru harekete devam eder. Ön testte öğrencilerin % 76.6'sı kaykay hareket eder derken son testte bu oran % 93.7'ye yükselmiştir. Yönünü doğru olarak söyleyen yani sola gider diyen öğrencilerin oranı ön testte % 67.2 iken son testte bu oran % 82.8'e yükselmiştir. Sürati için artar diyenlerin oranı ön testte % 35.9 iken son testte bu oran % 59.3'e yükselmiştir.

Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 6. sorunun d seçeneğine verdikleri cevaplar aşağıdaki Tablo 4.2.10'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.10 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 6. sorunun d seçeneğine verdikleri cevaplar**

CEVAPLAR		ON TEST	SON TEST
		Öğrenci Kodu	Öğrenci Kodu
<b>Doğru</b>	<b>Kaykay hareket eder</b>	33, 34, 35, 36, 37, 56, 59, 65	33, 34, 35, 36, 37, 56, 69, 65
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	-	65
	<b>Sol</b>	33, 34, 35, 36, 37, 56, 59, 65	33, 34, 35, 36, 37, 56, 59
<b>Sürati</b>	<b>Artar</b>	33, 34, 35	34, 37, 56, 65
	<b>Azalı</b>	36, 37, 56, 69, 65	34, 36, 59
	<b>Değişmez</b>	-	35

Kavramsal gelişimi izlenen 8 öğrencinin hepsi ön test ve son testte kaykayın hareket edeceğini söylemiştir. Yönünü tüm öğrenciler sol olarak söylemiştir. Süratine ise üç öğrenci artar, geriye kalan beş öğrenci ise azalı demiştir. Son teste bakıldığında kaykayın gideceği yöne bir öğrenci sağ derken diğer yedi öğrenci sol demiştir. Süratine ise üç öğrenci artar, üç öğrenci azalı, bir öğrenci de değişmez demiştir.

Görüşmelerde öğrencilere dengelenmiş kuvvetlerle ilgili soru sorulduğunda öğrencilerin kolayca doğru cevaplar verdikleri görülmüştür. Buna örnek olarak bir görüşme aşağıda verilmiştir.

**Görüşmeci:** *Şöyle bir tane oyuncak araba var ve iki buçuk yaşında da bir tane çocuk ipten tutmuş bu oyuncak arabayı kendine doğru çekiyor. sence şimdi bu oyuncak araba üzerine etki eden bir kuvvet var mı?*

**Öğrenci 34:** *vardır çeker çocuk çünkü.*

**Görüşmeci:** *gösterebilir misin?*

**Öğrenci 34:** *doğrultusu doğu- batı, doğu yönüne gider.*

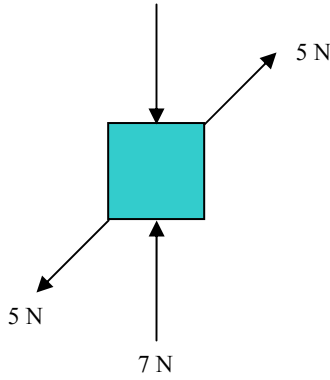
**Görüşmeci:** *peki karşı tarafta başka bir çocuk daha var, o da kendine doğru çekiyor, oyuncak araba hareket etmiyor. bu durumda oyuncak araba üzerine etki eden kuvvetler var mı?*

**Öğrenci 34:** *ee bir bu çocuk bir de oradaki çocuk çekerse aynı şiddette, hareketsiz kalır, buna etki eden kuvvet yoktur, bileşkesi sıfırdır çünkü.*

**Görüşmeci:** *bir kapı var kapının bir tarafında baba bir tarafında kız var, ikisi de itiyorlar fakat kapı hareket etmiyor, bu durumda kapı üzerine etki eden kuvvetler var mı?*

**Öğrenci 34:** *bir baba itiyor, bir de kız itiyor. o zaman yine bileşke sıfırdır.*

Diğer öğrenciler de öğrenci 34'e benzer açıklamalarda bulunmuşlardır. Görüldüğü gibi öğrenciler, bileşke kuvvet, dengelenmiş kuvvet sorularını cevaplar zorlanmamaktadırlar. Fakat öğrencilere görüşmelerde farklı tarzda bir soru sorulduğunda öğrencilerin bildiklerini uygulamakta zorlandıkları görülmüştür. Bununla ilgili olarak öğrencilere bir cisim ve üzerine etkiyen kuvvetlerin olduğu bir şekil gösterilmiş ve cismin hareket edip etmeyeceği sorulmuştur.



Şekildeki cismin baştan durgun olduğu ve üzerine gösterilen kuvvetlerin etki etmesi durumunda hareketinin ne olacağı sorulduğunda kavramsal gelişimi izlenen öğrencilerin hepsi doğru cevap vermiş ve cismin dengelenmiş kuvvetlerin etkisinde olduğundan hareket etmeyeceğini söylemişlerdir.

Buna örnek olarak bir öğrencinin görüşmedeki

**Şekil 4.2.1 Görüşme sorusu**

açıklaması aşağıdaki gibidir.

**Görüşmeci:** *Sence bu cisim hareket eder mi? ederse hangi yöne gider?*

**Öğrenci 33:** *Ee şimdi, bu cisim hareket etmez, şöyle bir şey. Ee şimdi bileşkesi sıfır olan kuvvetler dengelenmiş kuvvettir ve bir cisim dengelenmişse net kuvveti dengelenmiş kuvvet ise o cisim hareket etmez bu cisimde ikisi de ters yönde uygulanan kuvvetler, onun için net kuvveti sıfır yani dengelenmiş kuvvet, bunların da yönü ters onun için bu da dengelenmiş kuvvet, cisim hareket etmez.*

Diğer yedi öğrenci de öğrenci 33'ün cevabına benzer cevaplar vermişlerdir. Öğrencilere soru başka bir şekilde sorulduğunda ise açıklamalarında farklılıklar olmuştur. Bu kez soru cisim hareket halindeyken üzerine etkiyen net kuvvet sıfırsa cismin hareketinin ne olacağı sorulmuştur. Öğrencilerin hepsi cismin duracağını söylemiştir. Bir öğrencinin görüşmedeki açıklamaları aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.2.2 Görüşme sorusu

**Görüşmeci:** *Bir kayak şekilindeki gibi düz bir zeminde hareket halinde, sabit süratle gidiyor. Kaykayın her iki ucundaki iplere ( A ve B iplerine) aynı anda eşit iki kuvvet etki ediyor. Bu durumda kaykayın hareketi için ne söylersin?*

**Öğrenci 65:** *...dengelenmiş bir kuvvet olur yani dengelenmiştir.*

**Görüşmeci:** *kaykay hareket eder mi?*

**Öğrenci 65:** *hayır etmez.*

**Görüşmeci:** *yine sürtünmesiz yüzeyde kayak hareket ediyor. bu sefer ipler hareket doğrultusuna dik ve aynı anda zıt yönlü eşit büyüklükte iki kuvvet etki ediyor. Bu durumda ne olur?*

**Öğrenci 65:** *o zaman dengelenmiş kuvvet oluyor bu hareket etmez araba.*

**Görüşmeci:** *sabit süratle giderken durur mu diyorsun?*

**Öğrenci 65:** *evet.*

Bir öğrenci hariç (Öğrenci 35), diğer öğrencilerin hepsi öğrenci 65'in açıklamalarına benzer açıklamada bulunmuşlardır.

Öğrenci 35 ise birinci durumda kaykayın hareketine devam edeceğini söylemiştir. Öğrenciyle yapılan görüşme aşağıdaki gibidir.

**Öğrenci 35:** *O zaman iki yönden de uygulanıyorsa ee yani süratinde bir değişiklik olmaz çünkü oradan da çekiyor buradan da çekiyor ikisi de 8 N ise mesela ikisi de birbirini götürür 8N 8N, sürati yine devam eder.*

**Görüşmeci:** *Peki kaykayın iki yanından eşit ve zıt iki kuvvet uygulanırsa?*

**Öğrenci 35:** *Orada bence yavaşlar çünkü iki taraftan bu kez gittiği doğrultudan çekmiyorlar başka doğrultudan çektikleri için bence bu kez durur.*

Görüldüğü gibi öğrenci 35 ilk durum için doğru cevap vermiştir fakat kuvvetler kaykayın iki yanından uygulanırsa kaykayın duracağını söylemiştir.

Görüldüğü gibi durgun bir cisim üzerine etkiyen net kuvvetin sıfır olduğu bir soru, yani ders kitabı ve çalışma kitabındaki etkinliklerde karşılaştıkları türden bir soru sorulduğunda öğrencilerin hepsi çok rahatça soruyu doğru cevaplayabilmiştir. Fakat öğrencilere hareket halindeki bir cisme net kuvvet sıfır olacak şekilde kuvvetler etki ettiğinde cismin hareketinin ne olacağı sorulduğunda ise öğrenciler cevaplamakta zorlanmış ve cismin duracağını söylemişlerdir.

Öğrencilerin 6. sorunun e seçeneğine verdikleri cevaplar tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.11 Öğrencilerin 6.sorunun e seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		ON TEST	SON TEST
		Frekanslar n (%)	Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Kaykay hareket eder</b>	5 (7.8)	13 (20.3)
<b>Yanlış</b>	<b>Etmez</b>	54 (84.4)	50 (78.1)
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	3 (4.7)	10 (15.6)
	<b>Sol</b>	2 (3.1)	1 (1.6)
<b>Sürati</b>	<b>Artar</b>	1 (1.6)	1 (1.6)
	<b>Azalıır</b>	4 (6.2)	8 (12.5)
	<b>Değişmez</b>	-	2 (3.1)
<b>Kodlanamayan</b>		1 (1.6)	-
<b>Boş</b>		4 (6.2)	1 (1.6)

Ön testte öğrencilerin % 84.4'ü kaykay hareket etmez diyerek yanlış cevap vermiştir. Son testte ise yanlış cevap verenlerin oranı % 78.1'e düşmüştür. Burada çok önemli bir düşünüş olduğu söylenemez. Literatürde öğrencilerin sürtünmesiz bir ortamı hayal edemedikleriyle ilgili çalışmalar yer almaktadır. Programda bu alternatif kavrama yer verilmemiştir dolayısıyla öğretimde bu alternatif kavramı değiştirmeye yönelik etkinlik bulunmamaktadır.

**Tablo 4.2.12 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 6.sorunun e seçeneğine verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		Frekanslar n (%)	Frekanslar n (%)
<b>Doğru</b>	<b>Kaykay hareket eder</b>	34, 59	34, 59
<b>Yanlış</b>	<b>Etmez</b>	33, 35, 36, 37, 56, 65	33, 35, 36, 37, 56, 65
<b>Yönü</b>	<b>Sağ</b>	34	34, 59
	<b>Sol</b>	59	
	<b>Azalıır</b>	34, 59	34, 59

Kavramsal gelişimi izlenen öğrencilerden ön testte yalnızca ikisi doğru cevabı vermiştir. Diğer öğrenciler kaykayın hareket etmeyeceğini söylemiştir. Doğru cevap veren öğrencilerin testteki açıklamaların bakıldığında: “*Evet eder. Bir süre sonra durur. (Öğrenci 59)*” “*Evet. Hareket eder sağ tarafa doğru ama bir süre sonra durur. (Öğrenci 34)*” cevaplarını verdikleri görülür. Burada doğru cevap veren öğrencilerin de aslında tam olarak beklenen cevabı vermedikleri görülmektedir. Ortamın sürtünmesiz olması nedeniyle etki eden kuvvetler kaldırılrsa bile cisme bir kez itme verildiği için cismin hareketine devam etmesi gerekmektedir.

Fakat doğru cevap veren öğrenciler de cismin bir süre sonra duracağını söylemişlerdir. Öğrencilerin burada sürtünmesiz bir ortamı hayal edemedikleri görülmektedir. Bu durum Halloun ve Hestenes’in (1985) buldukları sonuçla benzerlik göstermektedir [35]. Hareket etmez diyen öğrencilerden öğrenci 36’nın açıklaması şöyledir: “*Etmez. Çünkü kuvvet uygulanmıyor.*” Öğrenci 36’nın cevabı da literatürde var olan “Hareket kuvvet gerektirir.” alternatif fikriyle uyumludur [37, 92]. Son testte bakıldığında diğer öğrencilerin yine yanlış cevap verdiği görülmektedir. Son testte aynı öğrenciler kaykay hareket eder demişlerdir. Öğrencilerin açıklamalarında ise bir değişiklik olmamıştır. İki öğrencinin açıklaması şöyledir: “*Bir süre “A” yönünde hareket ettikten sonra durur. (Öğrenci 59)*” “*A yönüne doğru, azalır bir süre sonra durur. (Öğrenci 36)*” Bu soruya benzer başka bir soru öğrencilere görüşmelerde de sorulmuş ve benzer cevaplar alınmıştır. Bu görüşmeden iki tanesi aşağıdaki gibidir.

**Görüşmeci:** *Bir uzay mekiği düşün, uzayda düz bir hat üzerinde gidiyor, hiçbir gezegenin çekim etkisinde değil, uzay mekiği bir anda motorlarını durdurunca ne olur?*

**Öğrenci 34:** *Sabit süratle giderken bir anda hızı durur, yavaşlamaz da direkt durur.*

**Öğrenci 35:** *Yani sabit süratle devam eder. Neden, çünkü artık dünyamızdan çıkmış, dünyadaki kuvvet yani ona sürekli uygulanan kuvvetler, yerçekimi ve sürtünme kuvveti olmadığı için, yani uzayda yerçekimi ve sürtünme kuvveti olmadığı için uzay mekiği artık bir kere yani tek dokunmamızla bile artık o bizim dokunduğumuz ilk kuvvetle sürekli gitmeye devam eder.*

**Görüşmeci:** *neden?*

**Öğrenci 34:** *çünkü uzayda sürtünme yoktur, sürtünme olmayınca da ona ters yönde etki eden bir kuvvet olmadığı için yani durmasına bir sebebi olmaz.*

**Görüşmeci:** *peki uzay mekiğinin üzerinde o kuvvet hala etki ediyor mudur?*



**Öğrenci 34:** *ediyordur çünkü yani o kuvvetin yok olması için ona ters yönde bir kuvvet uygulanması gerekir yoksa o kuvvet yok olmaz yani.*

Öğretimde ders kitabında bulunan “Çekelim ve Görelim” ve “Ben dengeleyebilir miyim?” isimli etkinlikler yapılmıştır. Öğretimden bir kesit aşağıda verilmiştir.

**Öğretmen:** *Şimdi arkadaşlar, burada eğik düzlem arabasıyla beraber, dinamometrelerle beraber bu etkinliği yapmamız lazımdı ama benim önerim var bir tane, ben diyorum ki eğik düzlem arabası veya dinamometreye ihtiyaç yok. Dinamometre olmadan yani kuvvetin ne olur o kuvvetin şiddetini bilemeyiz ama aynısını oklarla göstererek yapabiliriz. Ben de diyorum ki aynı etkinliği şu kalem kutu üzerinde karşılıklı çekerek yapabiliriz.*

İki tane öğrenci tahtaya kalktı, kalem kutunun ucundan tuttular.

**Öğretmen:** *Arkadaşlar şimdi önce kalem kutu sabit yerinde duruyor, tutun bakalım çocuklar, şimdi ben tutuyorum ya ondan duruyor (öğretmen kutuyu ortasından tutuyor.) acaba bıraktığımda ne olacak? (Çekmeye başladılar.) karşılıklı ikisi de çekiyor şu anda? Niye hareket etmiyor?*

**Bir öğrenci:** *Karşılıklı iki taraftan da eşit kuvvetler ama zıt yönlü uygulandığı için.*

**Öğretmen:** *Güzel. Kuvvetler dengelenmiş. (öğretmen bu kez, kalem kutuyu tutan öğrencilerden birine daha fazla kuvvet uygulamasını söylüyor.) peki şimdi ne oldu?*

**Öğrenci 34:** *birinci durumda iki arkadaşımızın da etki ettiği kuvvet aynıydı ama yönleri farklıydı bu yüzden kalem kutunun bileşkesi sıfırdı ve hareketsiz kaldı. İkinci durumda Çağrı, Ruhican'dan daha fazla kuvvet uyguladığı için kutu Çağrı'ya doğru uzanıyor.*

Öğretimin devamında öğretmen etkinlikte yer alan soruyu “dengelenmemiş kuvvetlerin etkisi altındaki cisimlerin hareket yönleri nasıl olur?” diye sordu.

**Bir öğrenci:** *Büyük kuvvetin yönünde gider.”*

**Öğretmen:** *Güzel, öyleyse büyük kuvvetin yönünde gidiyormuş dengelenmemiş kuvvet. Güzel devam edelim. Çağrı aynı kuvveti uygulamaya devam etseydi, bu yönde giderken, süratinde bir değişme olur mu acaba? Sürekli bir kuvvetin etkisinde hareketine devam ediyor, acaba sabit süratli midir, sürati artar mı azalır mı, bir yorum yapın.*

**Bir öğrenci:** *öğretmenim uyguladıkları kuvvet değişmezse süratleri de değişmez, sabit süratle giderler ama kuvvetleri mesela 4 N ile çekerken 5 N ile çekerse sürati artar.*

*Anladım, yani diyorsun ki kuvvet artarsa sürat de artar. Kuvvet azalırsa sürat azalır, doğru mudur? Kuvvet sabitse sürat de sabittir. Peki, herkes böyle mi düşünüyor? Farklı düşünen var mı?*

**Öğretmen:** Peki bir şey soracağım, şimdi biz aslında gaz pedalına bastığımızda bir miktar kuvvet uyguluyor muyuz arabaya? Şimdi gazı sonuna kadar bastınız ve benim dikkatimi çekiyor, hiçbir zaman ibre sabit 90'da kalmıyor ve sonunda kadar bastığımız halde ibre artıyor. Öyleyse siz gaz pedalına aynı kuvvetle basıyorsunuz yani kuvvetinizi artırmıyorsunuz ama sürat gitgide artıyor, acaba bu sizin tezinizi çürütüyor mu yoksa destekliyor mu?

**Öğrenci 33:** şimdi hocam bence orada sürekli bastığı için araba hızlanıyor, bence kuvveti daha fazla uygularsak değil de daha sürekli uygularsak sürat o zaman bence artıyor.

**Öğretmen:** Yani sabit de olsa kuvvet, kuvvet sürekli uygulandığı zaman artıyordur diyorsun, peki iki farklı şey ortaya çıktı, birinde diyoruz ki kuvvet sabitse sürat de sabittir diğesinde ise diyoruz ki kuvvet sabit de olsa sürat artar, yani kuvvetin süresi önemlidir dedi. Sürekli uygulanıyorsa sürat artar.

#### 4.2.4 Yerçekimi Kavramının Gelişimi

Yerçekimi kavramının gelişimini incelemek için, öğrencilere uygulanan kavramsal anlama anketindeki 3. soru göz önünde bulundurulmuştur.

Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar, aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.13 Öğrencilerin 3. soruya verdikleri cevaplar (n=64)**

CEVAPLAR		ON TEST	SON TEST
		Frekanslar n (%)	Frekanslar n (%)
Doğru	1,2 ve 3 de	18 (28.1)	32 (50)
Alternatif Kavram	Sadece 2	18 (28.1)	14 (21.8)
Yanlış	1 ve 2 de	19 (29.7)	14 (21.8)
	Sadece 1 ve 3 de	5 (7.8)	1 (1.6)
	1 de	1 (1.6)	
	3 de	-	2 (3.2)
Kodlanamayan		1 (1.6)	-
Boş		2 (3.1)	1 (1.6)

Ön testte öğrencilerin % 28.1'i doğru cevap vermişlerdir. % 29.7'i ise ağacın dalındayken ve düşerken üzerine yerçekimi kuvvetinin etki ettiğini söylemişlerdir.

%28.1 oranında ise elmanın üzerine sadece düşerken yerçekimi etki eder demişlerdir. Son testte ise doğru cevap veren öğrencilerin oranı % 50'ye yükselmiştir.

Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin cevapları tabloda gösterilmiştir.

**Tablo 4.2.14 Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerin 3. soruya verdikleri cevaplar**

CEVAPLAR		ÖN TEST	SON TEST
		Öğrenci kodu	Öğrenci kodu
Doğru	<b>1,2 ve 3 de</b>	33, 34, 35, 56, 65	33, 34, 35, 36, 56, 59, 65
Yanlış	<b>1 ve 2 de</b>	37	37
Alternatif Kavram	<b>Sadece 2</b>	36, 59	-

Kavramsal gelişimi takip edilen öğrencilerden beşi doğru, üçü yanlış cevap vermişlerdir. Yanlış cevap veren öğrencilerden ikisi sadece düşerken, diğer bir öğrenci ise ağacın dalındayken ve düşerken cevabını vermişlerdir. Yanlış cevap veren öğrencilerden sadece düşerken diyenlerin testteki açıklamaları şöyledir: “*Ağaç dalındayken belli bir enerji ile düştü. Yere düşünce sabit kalır. Fakat düşme aşamasındayken yerçekimi ile aşağı iner.* (Öğrenci 59) ” “*Çünkü ağaçtayken durduk yere düşmez. Düşerken yerçekimi kuvveti onu yere doğru çeker. Yere düşünce zaten düşmüş olur.*(Öğrenci 36) “ Öğrenci 59 ve Öğrenci 36'nın sahip olduğu bu alternatif kavram literatürde Watts'ın (1982) araştırma sonuçlarıyla örtüşmektedir [45]. Çalışmadaki sonuca göre öğrencilerin fikirleri şöyledir: “*Yerçekimi cisimlere düşerken etki etmeye başlar ve sadece yere düşüp kalıncaya kadar etki etmeye devam eder.* “

Ağacın dalındayken ve düşerken etki eder diyen öğrencinin cevabı ise şöyledir: “*Ağacın dalındayken yerçekimi kuvveti vardır düşerken de vardır ama yere düştüğünde hareket olmadığı için yoktur.* (Öğrenci 37) “

Öğretim öncesi görüşmelerde öğrencilere testteki soru sorulmuştur. Aşağıda, öğrencilerden testte yanlış cevap verenlerin açıklamalarına yer verilmiştir.

**Görüşmeci:** *sence elimizden bıraktığımız cisimler neden yere düşüyorlar?*

**Öğrenci (59):** *yerçekimi olduğu için ama yerçekimi nedir onu bilmiyorum.*

**Görüşmeci:** *Bir elma ağaçta dalda asılıyken üzerine yerçekimi kuvveti etki eder mi?*

**Öğrenci (59):** *hayır..e evet. Hayır. Ya durmasını sağlar evet ama onun aşağı düşmesini sağlamaz.*

**Görüşmeci:** *peki tam düşerken?*

**Öğrenci (59):** *düşerken eder.*

**Görüşmeci:** *peki düştükten sonra?*

**Öğrenci (59):** *etmez herhalde*

Görüldüğü gibi Öğrenci 59 ağaçta duran elmaya yerçekimi kuvvetinin ağaçta durması için destek sağladığını düşünmektedir.

**Görüşmeci:** *üzerine etki eden kuvvetler var mı varsa neler?*

**Öğrenci (36):** *bence var, yani bu düşerken*

**Görüşmeci:** *baştan asılıyken üzerine etki eden bir kuvvet var mı?*

**Öğrenci (36):** *asılıyken rüzgârın kuvveti sallandırıyor olabilir bence ondan sonra düşerken de yerçekimi kuvveti onu alta çekiyor ve burada duruyor yani.*

**Görüşmeci:** *peki yerdeyken üzerine etki eden bir kuvvet var mı?*

**Öğrenci (36):** *üçüncü konumdayken yok*

Öğrenci 37'nin açıklaması ise şöyledir;

**Görüşmeci:** *birinci konumdayken yani dalda asılıyken üzerine etkileyen kuvvetler var mı?*

**Öğrenci (37):** *vardır, yerçekimi kuvveti.*

**Görüşmeci:** *peki ikinci durumdayken?*

**Öğrenci (37):** *yine yerçekimi*

**Görüşmeci:** *Peki düştükten sonra?*

**Öğrenci (37):** *düştükten sonra etki eden hiçbir kuvvet yoktur*

Son teste bakıldığında öğrenci 36 ve 59'un yanlış cevaptan doğru cevaba ulaştığı görülmektedir. Fakat burada dikkat edilmesi gereken nokta öğrenci 59'un aslında ön testteki fikirlerinden çok fazla sapma olmamasıdır. Öğrencilerin son testteki açıklamaları şöyledir;

*“Hepsinde etki eder. Çünkü yerçekimi yere doğru etki eder.(Öğrenci 36) “*

“Çünkü 1. aşamadayken yerçekimi sayesinde elma sabittir. 2. aşamada yerçekimi sayesinde yere düşer. 3. aşamadayken elmanın yerde sabittir.( Öğrenci 59) “

Görüldüğü gibi öğrenci 59 hala elma ağacın dalındayken yerçekiminin onu sabit tuttuğunu düşünmektedir.

Öğretim sonrasında öğrenci 36'nın yerçekimiyle ilgili düşüncelerinde gelişim olduğu görülmektedir. Bu öğrencinin son testte ve öğretim sonrası yapılan görüşmelerde doğru cevaba ulaştığı görülmektedir.. Öğrencilerin görüşmelerdeki açıklamaları şöyledir;

**Görüşmeci:** burada masanın üzerinde duran bir kitap var, bir de aynı odanın içinde duvarda asılı duran bir lamba var. Bu iki cisme etki eden kuvvetler var mıdır ve eğer varsa gösterebilir misin?

**Öğrenci (36):** . Etki eden kuvvetler, yerçekimi kuvveti olabilir, çünkü yani bu asılı durduğu zaman yerçekimi bence var, yerçekimi aşağı doğru çekiyor.

**Görüşmeci:** masa üzerinde duran bir kitap ve tavanda asılı bir duran bir lamba var. Bu kitaba ve lambaya etki eden kuvvetler sence nelerdir? Gösterebilir misin?

**Öğrenci (59):**...sabit durmasını mı sağlıyor?

**Görüşmeci:** . Şuan duruyorlar.

**Öğrenci (59):** yerçekimi.(yönünü de çiziyor.)

Görüldüğü gibi öğrenci 59 masanın üzerinde duran kitaba da bir yerçekimi kuvveti etki ettiğini fakat bu yerçekiminin kitabın sabit kalmasını sağladığını düşünmektedir.

Görüşmelerden anlaşıldığı gibi baştan yanlış düşünen öğrencilerden ikisi öğretim sonunda doğru sonuca ulaşmış görünmektedirler. Öğrenci 37'nin görüşmelerdeki açıklamaları son testtekilerle uyum göstermektedir.

**Görüşmeci:** masanın üzerinde duran kitap ve tavanda asılı duran lambaya etki eden kuvvetleri gösterebilir misin?

**Öğrenci (37):** Bu... Yerçekimi kuvveti var burada. (Lambayı göstererek.) Bu kitaba etki eden... Bu kitaba etki eden yok.

Öğretimde, ders kitabında yer alan “hangisi hareket eder” adlı etkinlik yapıldı. Öğretmen ilk önce farklı büyüklükte iki mıknatısı birbirine yaklaştırdı ve hareketlerini izlediler. Bu mıknatıslara benzer olarak konunun başında yere düşen cevizle ilgili bir hikaye okumuşlardı. Öğretmen mıknatısların arasındaki kuvveti, dünya ile ceviz arasında olana benzetti ve şunları söyledi:

**Öğretmen:** *Biraz önce okuduk, daldan ceviz düşüyor. Buradaki ceviz ve dünyayı şunlara (elindekileri göstererek) benzetebilir miyiz çocuklar?”*

**Sınıf:** *Evet.*

**Öğretmen:** *Hangisi ceviz olur?*

**Sınıf:** *Küçük olan.*

**Öğretmen:** *güzel, şimdi peki mantıken şöyle düşünün, ikisi de birbirini çekiyor bunların tıpkı mıknatıs gibi yani ceviz ve dünyadan bahsediyorum. Ceviz ve dünya birbirini çekiyorlar her ikisi de e peki ee dünya cevizle gitseydi ne olurdu?*

**Öğrenci (59):** *Öğretmenim olmazdı çünkü dünyanın ağırlığı cevizin ağırlığından daha fazladır.*

**Bir öğrenci:** *Hayır kütlesi!*

**Öğretmen:** *Ağırlıkla kütle başka bir şey onun üzerinde duracağız. Herkes anladı mı? Aslında ikisi arasında da çekim kuvveti var. Yani cevizin de bir çekim kuvveti var tıpkı mıknatısta olduğu gibi ancak dünyanın kütlesi çok daha büyük olduğu için koskoca dünyanın cevizle gitmesindenense cevizin dünyaya düşmesi daha mantıklı. Anladık mı?*

Derste öğretmenin anlattıklarının, yani cevizin ve dünyanın birbirine kuvvet uygulaması ve bunun sonucunda cevizin dünyaya düşüşünün anlatılmasının, Öğrenci 59 ve Öğrenci 36'nın baştan sahip olduğu alternatif fikirlerin değişiminde etkili olduğu söylenebilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmanın amacı, ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konularındaki alternatif kavramlarını belirlemek, kuvvet ve hareket ünitesi boyunca öğrencilerin kavramsal gelişimini izlemektir. Çalışma, Balıkesir il merkezinde bulunan bir ilköğretim okulunda öğrenim görmekte olan 64 öğrenci ile 2007-2008 öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. 64 öğrencinin içinden seçilen 8 öğrenci de kavramsal gelişim açısından izlenmiştir. Araştırmada kuvvet ve hareket konularına ilişkin kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. 64 öğrenciye öğretimden önce ve sonra açık uçlu sekiz sorudan oluşan kuvvet ve hareket kavramsal anlama testi uygulanmıştır. Sekiz öğrenciyle 5 haftalık öğretim boyunca toplam 5 kez yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Öğretim ise video ve ses kayıt cihazları ile kaydedilmiştir. Araştırmada veri toplama araçları olan, kavramsal anlama anketi, görüşme ve ders kayıtlarının analizinden aşağıdaki sonuçlar özet halinde sunulmuştur.

### 5.1. Sonuçlar

Öğrencilerin kavramsal anlama anketi, görüşme ve ders kayıtlarından elde edilen verilere göre sahip oldukları alternatif kavramlar ve bunların gelişimi ile bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

#### 5.1.1 Kuvvet ve Hareketle İlgili Alternatif Kavramlar

- *Hareket kuvvet gerektirir.* Öğrencilere sürtünmesiz bir ortamda hareket eden bir cismin hareketine devam etmesi için ne yapılması gerektiği sorulduğunda öğrenciler hareket yönünde bir kuvvet etki etmesi gerektiğini söylemişlerdir. Öğrenciler cismin hareketine devam edebilmesi için mutlaka üzerine bir kuvvetin sürekli olarak etki etmesi gerektiğini düşünmektedirler.

- *İmpetus kavramı.* Öğrencilere bir cisme bir itme verilip cismin hareket etmesi sağlandıktan sonra üzerine etki eden kuvvetler sorulduğunda öğrenciler, verilen itme kuvvetinin cismin üzerinde hala etkin olduğunu düşünmektedirler. Cisme dışarıdan bir etki olmadığı halde öğrenciler, cismin içindeki “itici güç” tarafından hareketine devam ettiğini düşünmektedirler.
- Öğrenciler, *sürtünmesiz bir ortamı hayal etmekte zorlanmaktadırlar.* Öğrenciler sürtünmesiz bir ortamda hareket eden bir cismin bir süre beklenirse duracağını düşünmektedirler. Ayrıca sürtünme kuvvetinin etki yönünü hareket yönü olarak göstermektedirler. Öğrenciler sürtünme kuvvetinin, zeminin kayganlığına bağlı olarak hareketi kolaylaştırıcı etki yaptığını düşünmektedirler.
- Öğrenciler, *kuvvet kavramı ile enerji, güç gibi diğer fiziksel terimler arasında kuvvet kavramı arasında ayrım yapamamaktadırlar.* Bu ayrımı yapamamalarında yerleşmiş günlük dil ifadelerinin de etkisi olduğu düşünülmelidir. Öğrencilere süratle ilgili problemler verildiğinde öğrenciler rahatlıkla yapmışlardır fakat süratin tanımı sorulduğunda açıklamakta zorlandıkları görülmüştür.
- Öğrenciler, *enerjiyi yaşayan ve hareket eden şeylerle ilişkilendirmektedirler.* Enerji kavramını insan-canlı merkezli görüp, hareket etmeyen cisimlerin hiçbir enerjiye sahip olmayacağını düşünmektedirler.
- Öğrenciler, *yerçekimi kuvvetinin nesnelere düşmeye başlarken etki etmeye başladığını ve sadece yere düşünceye kadar etki ettiğini düşünmektedirler.* Öğrenciler yerde duran bir cismin üzerine artık yerçekiminin etki etmediğini söylemektedirler.
- Öğrenciler, *sürtünmesiz bir ortamda hareket halindeki bir cisme dengelenmiş kuvvetler etki ettiğinde cismin duracağını düşünmektedirler.* Öğrenciler, bir cismin sabit süratle hareket etmesi için üzerine sabit bir kuvvetin sürekli etki



etmesi gerektiğini düşünmektedirler yani öğrenciler “*Sabit sürat sabit kuvvet gerektirir*” alternatif fikrine sahiptirler.

### 5.1.2 Kuvvet ve Hareketle İlgili Bazı Kavramların Kavramsal Gelişimi

Bu kısımda kavramsal gelişimi takip edilen 8 öğrenciden elde sonuçlar sunulacaktır.

- **Kuvvet Kavramı:** Öğrenciler öğretim öncesinde kuvvet kavramının tanımını tam doğru olarak yapamazken, öğretim sonunda kuvveti oldukça doğru bir şekilde ifade edebilmişlerdir. Öğretimde kuvvet konusuyla ilgili olarak kuvvetin tanımı, etkileri ve özellikleriyle ilgili bir ders işleyişi gerçekleşmiştir. Öğrenciler kuvvetin tanımını doğru olarak yapabildikleri halde öğretim sonunda kuvveti tanımlamaları istendiğinde bazı öğrencilerin hala enerji, güç gibi kavramları kullandıkları görülmüştür. Ders programında “Öğrenciler, kuvvet ve enerjiyi aynı anlamda kullanma eğiliminde olabilirler.” şeklinde bir ifade yer almaktadır. Fakat bu alternatif kavramın değiştirilmesine yönelik olarak bir etkinlik ya da öneri sunulmamıştır.
- **Sürat Kavramı:** Öğretim öncesinde öğrenciler sürat kavramını bir cismin hızı olarak ifade etmekteyken öğretim sonunda son testte sürati birim zamanda alınan yol olarak tanımlayabilmişlerdir. Öğrencilere öğretim sırasında sürat kavramıyla ilgili problemler sunulduğunda, öğrenciler soruları ve grafiksel çizimleri çok zorlanmadan yapabilmışlerdir. Fakat her ne kadar son testte sürati doğru olarak tanımlamışlarsa da öğretim sonunda yapılan görüşmelerde bazı öğrencilerin hala sürat kavramını ifade etmede zorlandıkları görülmüştür.
- **Dengelenmiş-dengelenmemiş kuvvetler:** Dengelenmiş kuvvetlerin etkisinde bir cismin hareketinin ne olacağını öğrenmişlerdir. Fakat hareket halindeki bir cisme dengelenmiş kuvvetler etki ettiğinde cismin duracağını düşünmeye devam etmişlerdir. Öğretimde dengelenmiş cisimlerle ilgili etkinlikler yapmışlardır. Öğretim sonunda cisimlerin dengelenmemiş kuvvetlerin etkisinde kaldıkları zaman süratlerinin ne olacağı konusunda zorluklar yaşadıkları görülmüştür. Öğrencilerin, “Sabit sürat sabit kuvvet gerektirir.”

alternatif fikrine öğretim sonunda da sahip oldukları görülmüştür. Programda bu alternatif kavrama yer verilmediği gibi öğretimde de öğretmen tarafından çok üstünde durulmamıştır.

- Yerçekimi Kavramı: Öğrenciler yerde duran bir cismin üzerine artık yerçekiminin etki etmediğini söylerken, öğretim sonrasında yerçekiminin sürekli etkisi olduğunu söylemişlerdir. Doğru cevaba ulaşan öğrencilerin bazıları ise yerçekimin bir dalda asılı duran elmaya dalda sabit bir şekilde durmasını sağlayarak etki ettiğini düşünmeye devam etmiştir. Programda bu alternatif kavrama yer verilmemiştir. Fakat baştan bu alternatif kavrama sahip olan bir öğrencinin bilimsel kavrama ulaştığı görülmüştür. Öğretimde yerçekimi ile ilgili yapılan etkinliğin bu gelişimde etken olduğu düşünülmektedir.

## 5.2. Öneriler

Program, literatürde var olan temel alternatif kavramların çoğunu göz önünde bulundurmamıştır. Programda yer alan alternatif kavramlarla ilgili etkinlik önerisi bulunmamaktadır. Öğrencilerin öğretim öncesi sahip oldukları bazı alternatif kavramlara öğretim sonunda da sahip olmaları, yapılan öğretimin öğrencilerin kavramsal gelişimine tam olarak katkıda bulunmadığı söylenebilir. Programın literatürde bulunan temel alternatif kavramları göz önünde bulundurması, öğretim sürecinin de bu doğrultuda tasarlanması uygun olacaktır.

Bu çalışmada 8 açık uçlu sorudan oluşan kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Bir sorunun birden fazla alt seçeneği olduğu için testin öğrenciler tarafından cevaplanması zaman alıcıdır. Testteki benzer bazı soruların çıkarılarak uygulanması uygulayıcılara kolaylık sağlayacaktır.

Bu çalışma sadece 6. sınıf öğrencilerinde kavramsal gelişime odaklanmıştır. Kuvvet ve harekete ilişkin kavramlar geliştirilerek 7. ve 8. sınıfta da gösterilmektedir. Çalışma 2 -3 yıl ya da ilköğretimden üniversiteye kadar birkaç

öğrencinin takip edilip kavramsal gelişiminin izlenmesi şekline dönüştürülüp daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilir.

Program ne kadar yapılandırmacı kuramın uygulanmasını desteklese de öğretmenin dersi bu kurama uygun işlemekte zorlandığı görülmüştür. Öğrencilerin özellikle birbiriyle tartışıp fikir üretmeleri gereken yerlerde öğretim bu şekilde yapılmamıştır. Kavramsal gelişimin çok fazla olmayışında dersin işlenişinin büyük bir etken olduğu düşünülürse burada öğreticilerin daha özenli davranmaları gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Kavramsal gelişim açısından sekiz öğrencinin takip edilmesi, onlarla görüşmelerin düzenlenmesi oldukça zaman alıcıdır. Bunun yerine daha az sayıda öğrenciyle daha yoğun çalışmalar yapılması daha verimli sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.

İlköğretim düzeyinde kuvvet ve hareketle ilgili yapılmış çalışmaların sayısı azdır. Çalışmalar lise ve üniversite öğrencilerinin üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu alanda özellikle ilköğretim düzeyinde yapılacak çalışmaların, öğrencilerin düşünme tarzlarının anlaşılmasını ve erken tespit edilip alternatif kavramın daha da karmaşık bir hal alarak değişime daha çok direnç geliştirmesinin önüne geçilmesini sağlayacağı söylenebilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Bıkmaz F. H. “ilköğretim 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersindeki başarılarını etkileyen faktörler” *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara* (2001).
- [2] Bacanak A., Küçük M., Çepni S. “İlköğretim öğrencilerinin fotosentez ve solunum konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: Trabzon örnekleme” *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (2004) 67-80
- [3] Çepni S., Ayas A., Özmen H., Yiğit N., Akdeniz A., Ayvacı H. “Fen ve Teknoloji Öğretimi” *PegemA Yayıncılık*, (2005).
- [4] Ülgen G., “Kavram Geliştirme”, *Nobel Yayın Dağıtım*, (2001).
- [5] Kaptan F., “Fen Bilgisi Öğretimi”, *Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul* (1999).
- [6] Marin N., Benarroch A., Gomez E., “What is the relationship between social constructivism and Piagetian constructivism? An analysis of the characteristics of the ideas within both theories” , *International Journal of Science Education*, 22, (2000), 225-238.
- [7] Driver R., “Students’ conceptions and the learning of science” *International Journal of Science Education, Special Issue*, 11, (1989), 481-490.
- [8] Duit R., Treagust D., “Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning.” *International Journal of Science Education*, 25, (2003), 671-688.
- [9] Duit R., “The constructivist view in science education – what it has to offer and what should not be expected from it” *Investigações em Ensino de Ciências*, 1, (1996), 40-75.
- [10] Tytler R., “teaching for understanding in science: Student conceptions research, and changing views of learning”, *Australian Science Teachers Journal*, 48, (2002), 14-21.
- [11] Eryılmaz A., “Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students’ misconceptions and achievement regarding force and motion” *Journal of Research In Science Teaching*, 39, (2002), 1001- 1015.
- [12] Küçüközer H., “Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen öğretim modelinin lise 1. sınıf öğrencilerinin basit elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlamalarına etkisi” *Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir*, (2004).

- [13] Smith, P., Di Sessa A., Roschelle J., “Misconception reconceived: a constructivist analysis of knowledge in transition.” *The Journal of Learning Sciences*, 3, (1993), 115-163.
- [14] Vosniadou S., Ioannides C., “From conceptual development to science education: a psychological point of view” *International Journal of Science Education*, 20, (1998), 1213 – 1230.
- [15] Carey S., “Conceptual change in childhood” *MIT Press*, Massachusetts, (1985).
- [16] Vosniadou S., Brewer W., “Theories of Knowledge Restructuring in Development” *Review of Educational Research*, 57, (1987), 51-67.
- [17] Wang T., Andre T., “Conceptual Change Text versus Traditional Text and Application Questions versus No Questions in Learning about Electricity”, *Contemporary Educational Psychology*, 16, (1991), 103-116.
- [18] Taber Keith S., “Shifting sands: a case study of conceptual development as competition between alternative conceptions” *International Journal of Science Education*, 23, (2001), 731 – 753.
- [19] Thagard, P. “Conceptual Revolutions” (1992), *Oxford: Princeton University Press*, (1992).
- [20] Gilbert J. K., Watts D. M. Concepts “misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education.” *Studies in Science Education*, 10, (1983), 61-98,
- [21] Watts D. M., Gilbert J. K., Pope M. L. “Alternative frameworks: representations of schoolchildren’s understanding of science.” *Paper presented to the First International Symposium on Representing Understanding*, Guy’s Hospital, London, (1982).
- [22] Driver R. “The Pupil as Scientist?” *Milton Keynes: Open University Press*, (1983).
- [23] Maloney David P., Siegler R. S., “Conceptual competition in physics learning” *International Journal of Science Education*, 15, (1993), 283- 295.
- [24] Niedderer H., Goldberg F., “Learning processes in electric circuits” *Paper presented at 1996 NARST Annual Meeting in St.Louis*, Missouri, (1996).
- [25] Galili I., Bendall S., Goldberg F.M. “The effects of prior knowledge and instruction on understanding image formation” *Journal of Research in Science Teaching*, 30, (1993), 271-301.
- [26] Vosniadou S., “Capturing and modeling the process of conceptual change” *Learning and Instruction*, 4, (1994), 45-69.

[27] Niedderer H., Goldberg F., Duit R., "Towards learning process studies: a review of the workshop on research in physics learning" *Research in Physics Learning Theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel: IPN, (1992), 10-28.

[28] Niedderer H., [http://www.idn.unibremen.de/publikationen\\_eng.php?SearchTitel=&SearchName1=27&SearchName2=&SearchName3=&SearchGruppe=0&SearchJahr=&SearchArt=-1&SearchProjekt=0&SearchSprache=-1](http://www.idn.unibremen.de/publikationen_eng.php?SearchTitel=&SearchName1=27&SearchName2=&SearchName3=&SearchGruppe=0&SearchJahr=&SearchArt=-1&SearchProjekt=0&SearchSprache=-1) (06.02.2008)

[29] Niedderer H., Petri J., "A Learning Pathway in High-School Level Quantum Atomic Physics" *Internaitonal Journal of Sciende Education*. 9, (1998) , 1075-1088.

[30] Psillos, D., Kariotoglou, P. "Teaching fluids: Intended knowledge and students' actual conceptual evolution." *International Journal of Science Education*, 21(1999).

[31] Scott P., "Pathways in learning science: a case study of the development of one student's ideas relating to the structure of matter." *Research in Physics Learning Theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel: IPN, (1992), 203-224.

[32] Palmer D. H., Flanagan R. B., "Readiness to change the conception that motion-implies-force: A comparison of 12-year-old and 16-year-old students" *Science Education*, 81, (1998), 317-331.

[33] Dekkers P. J. J. M., Thijs G. D., "Making productive use of students' initial conceptions in developing the concept of force" *Science Education*, 82, (1998), 31-52.

[34] Dykstra D., Sweet D. R., <http://www.boisestate.edu/physics/Dykstra/SGER.pdf> (25.03.2008)

[35] Halloun I., Hestenes, D. "Common Sense Concepts about Motion" *American Journal of Physics*. 53, (1985)1056-1065.

[36] Clement, J., "Students' preconceptions in introductory mechanics" *American Journal of Physics*. 50, (1982). 66-71.

[37] Minstrell J., "Facets of students' knowledge and relevant instruction." *Research in Physics Learning Theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel: IPN, (1991), 110-128.

[38] Mc Dermott L. C., "Research on conceptual understanding in mechanics" *Phyiscs Today*, July (1984).

[39] Minstrell J., "Explaining the 'at rest' condition of an object." *The Physics Teacher*, January, (1982), 10-14.

[40] Hestenes D., Wells M., Swackhamer G., "Force Concept Inventory", *The Physics Teacher*, 30, (1992), 141-158.

- [41] Trowbridge, D. E., McDermott, L. C., "Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension" *American Journal of Physics*, 48, (1980), 1020-1028.
- [42] Duit R., "Learning the energy concept in school - empirical results from The Philippines and West Germany" *Physics Education*, 19, (1984), 59-66.
- [43] Trumper R., "A longitudinal study of physics students' conceptions on energy in pre-service training for high school teachers." *Journal of Science Education and Technology*, 7, (1998), 311-318.
- [44] Gilbert, J., Pope, M. "Small group discussions about conception in science: A case study." *Research in Science and Technological Education* 4 (1986), 61-76.
- [45] Watts, D. "Gravity—Don't Take It for Granted!" *Physics Education*, 17, (1982,) 116.
- [46] Rosebery A. S., Warren B. "Professional Development and Children's Understanding of Force and Motion: Assessment Results." [http://projects.terc.edu/cheche\\_konnen](http://projects.terc.edu/cheche_konnen). (25.03. 2008).
- [47] University of York EPSE Project. <http://www.york.ac.uk/depts/educ/projs/publications.html> (25.03. 2008)
- [48] Yıldırım A., H. "Şimşek Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri", *Seçkin Yayınevi*, Ankara, (2005).
- [49]. Shymansky J. A , Yore L. D., Treagust D. F., Thiele B., Harrison A., W. Bruce G., Stocklmayer S. M., Venville G., "Examining the construction process: A study of changes in level 10 students' understanding of classical mechanics", *Journal of Research in Science Teaching*, 34, (1998), 571 – 593.
- [50] Mildenhall P. T., Williams J. S., "Instability in students' use of intuitive and Newtonian models to predict motion: the critical effect of the parameters involved" *International Journal of Science Education*, 23, (2001), 643 – 660.

## EK: KUVVET VE HAREKET KAVRAMSAL ANLAMA TESTİ

### Kuvvet ve Hareket Kavramsal Anlama Anketi

Bu anket, ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusu ile ilgili kavramsal anlamalarını incelemek amacıyla hazırlanmıştır.

1. Aşağıdaki şekillerde bulunan cisimlerden hangileri enerjiye sahiptir? Nedenini açıklayınız.



Masa üzerindeki vazo (a)



Ayakta duran çocuk (b)



Yerde duran ayakkabı(c)



Futbol oynayan çocuk (d)



Hareket halindeki araba (e)

Cevabınız:.....

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

.....

2. Aşağıdaki kelimelerden ne anlıyorsunuz? Açıklayınız.

**Kuvvet:**.....

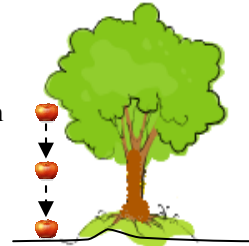
**Sürat:**.....

**Enerji:**.....

3. Aşağıdaki şekilde bir ağacın dalından düşen elmayı görmekteyiz. Sizce yerçekimi bu elmaya etki etmekte midir? Ediyorsa nerelerde etki etmektedir?

- a) Sadece 2 de
- b) Sadece 1 ve 2 de
- c) Sadece 1 ve 3 de
- d) 1,2 ve 3 de

- 1. ağacın dalındayken
- 2. düşerken
- 3. yere düşünce

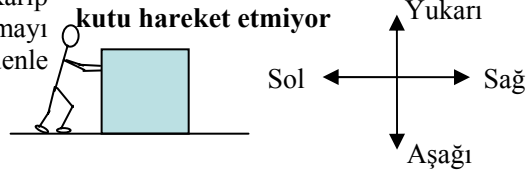


Cevabınızın nedenini açıklayınız:

.....



4. Ahmet, bir kutuyu sınıftan çıkarıp laboratuara götürmek istiyor. Kaldırmayı deniyor ama kaldıramıyor. Bu nedenle kutuyu itiyor ama kutu hareket etmiyor.



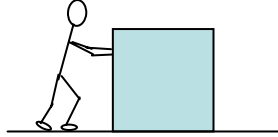
a) Sizce Ahmet kutuya bir kuvvet uygular mı? Açıklayınız.

.....

.....

.....

b) Eğer uyguluyorsa aşağıdaki şekil üzerinde gösteriniz. (Kuvvetin yönünü bir okla, büyüklüğünü de okun uzunluğu ile gösterebilirsiniz ) (Kuvvetin yönünü göstermek için sağ üstteki yönleri kullanabilirsiniz.)



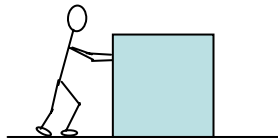
c) Sizce zemin kutuya bir kuvvet uygular mı? Açıklayınız.

.....

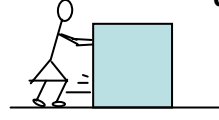
.....

.....

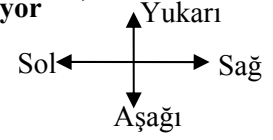
d) Eğer uyguluyorsa aşağıdaki şekil üzerinde gösteriniz. (Kuvvetin yönünü bir okla büyüklüğünü de okun uzunluğu ile gösterebilirsiniz ) (Kuvvetin yönünü göstermek için sağ üstteki yönleri kullanabilirsiniz.)



5. Burcu büyük bir kutuyu itiyor ve kutu hareket ediyor. Kutu düzgün bir şekilde hareketine devam ediyor.



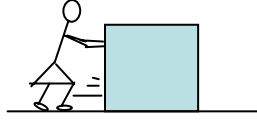
Kutu bu yönde **hareket ediyor**



a) Sizce Burcu kutuya bir kuvvet uygular mı? Açıklayınız.

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

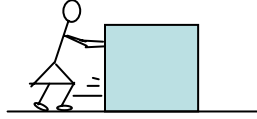
b) Eğer uyguluyorsa aşağıdaki şekil üzerinde gösteriniz. (Kuvvetin yönünü bir okla, büyüklüğünü de okun uzunluğu ile gösterebilirsiniz) (Kuvvetin yönünü göstermek için sağ üstteki yönleri kullanabilirsiniz.)




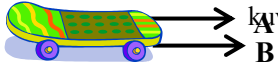
c) Sizce zemin kutuya bir kuvvet uygular mı? Açıklayınız.

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

d) Eğer uyguluyorsa aşağıdaki şekil üzerinde gösteriniz. (Kuvvetin yönünü bir okla, büyüklüğünü de okun uzunluğu ile gösterebilirsiniz) (Kuvvetin yönünü göstermek için sağ üstteki yönleri kullanabilirsiniz.)




6.  Yandaki kaykay sürtünmesiz **ortamda** bulunmaktadır ve hareket etmemektedir.  
Bu kaykaya aşağıdaki gibi iki tane ip bağlanıp A ve B kuvvetleri uygulanmaktadır.

- a)  İpler şekildeki gibi bağlanır ve uygulanan A ve B kuvvetleri birbirine eşit olursa;

❖ Bu durumda kaykay hareket eder mi?

.....  
❖ Hareket ederse hangi yönde gider?

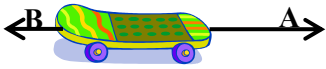
.....  
❖ Kaykay hareket ederse sürati nasıl değişir? (Artar, azalır, aynı kalır)

- b)  İpler şekildeki gibi bağlanır ve uygulanan A ve B kuvvetleri birbirine eşit olursa;

❖ Bu durumda kaykay hareket eder mi?

.....  
❖ Hareket ederse hangi yönde gider?

.....  
❖ Kaykay hareket ederse sürati nasıl değişir? (Artar, azalır, aynı kalır)

- c)  Eğer ipler şekildeki gibi bağlanırsa ve A kuvveti B kuvvetinden **daha büyük** olursa ( $A > B$ )

❖ Bu durumda kaykay hareket eder mi?

.....  
❖ Hareket ederse hangi yönde gider?

.....  
❖ Kaykay hareket ederse sürati nasıl değişir? (Artar, azalır, aynı kalır)

**d) C şıkkındaki şekilde** kaykayın hareket halinde olduğunu düşününüz. Bir süre sonra A kuvveti uygulanan ip kopuyor.

❖ Bu durumda kaykay hareket eder mi?

.....  
❖ Hareket ederse hangi yönde gider?

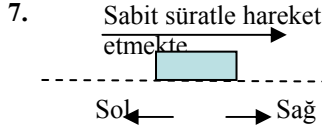
.....  
❖ Kaykay hareket ederse sürati nasıl değişir? (Artar, azalır, aynı kalır)

**e) C şıkkındaki şekilde** kaykayın yine hareket halinde olduğunu düşününüz. Bir süre sonra iplerin ikisi birden kopuyor.

❖ Bu durumda kaykay hareket eder mi?

.....  
❖ Hareket ederse hangi yönde gider?

.....  
❖ Kaykay hareket ederse sürati nasıl değişir? (Artar, azalır, aynı kalır)



Şekildeki tahta kutu düz bir yol üzerinde değişmeyen bir süratle hareket etmektedir. Kutunun bulunduğu ortam **sürtünmesizdir**.

- a) Bu tahta kutunun sabit süratli hareketine aynı doğrultuda devam edebilmesi için bir kuvvet uygulanması gerekir mi? Aşağıdaki seçeneklerden uygun olanı işaretleyip cevabınızın nedenini açıklayınız.

- Kuvvet uygulanması gerekli değildir.
- Sağa doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır.
- Sağa doğru düzgün bir şekilde artan kuvvet uygulanmalıdır.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

.....

- b) Tahta kutunun süratinin azalması için (yavaşlaması) nasıl bir kuvvete ihtiyaç vardır? Aşağıdaki seçeneklerden uygun olanı işaretleyip cevabınızın nedenini açıklayınız.

- Kuvvet uygulanması gerekli değildir. Eğer beklenirse kutu kendine kendine yavaşlayacaktır.
- Sola doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır.
- Sola doğru artan bir kuvvet uygulanmalıdır.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

.....

- c) Tahta kutunun süratinin artması için (hızlanması) nasıl bir kuvvete ihtiyaç vardır? Aşağıdaki seçeneklerden uygun olanı işaretleyip cevabınızın nedenini açıklayınız.

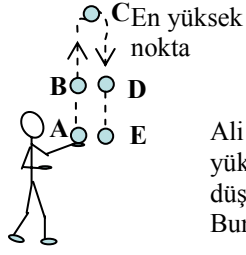
- Kuvvet uygulanması gerekli değildir.
- Sağa doğru hep aynı kuvvet uygulanmalıdır.
- Sağa doğru artan bir kuvvet uygulanmalıdır.

**Cevabınızı nedeni ile açıklayınız:**

.....

.....

8.



Ali bir tenis topunu şekildeki gibi havaya fırlatıyor. Top yükseliyor. Yavaşlıyor. Duruyor. Yönünü değiştirip düşmeye başlıyor. Buna göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Top neden önce yavaşlayıp sonra düşmeye başlıyor olabilir?

**Cevabınızı nedeniyle açıklayınız:**

.....

2. Top Ali'nin elinden çıkarken yani A konumundayken üzerine kuvvet etki eder mi? Ederse hangi kuvvetler etki eder? Yandaki şekil üzerinde gösteriniz.

**Cevabınızı nedeniyle açıklayınız:**

.....

3. Top B konumundayken üzerine etki eder mi? üzerine kuvvet etki eder mi? Ederse hangi kuvvetler etki eder? Yandaki şekil üzerinde gösteriniz.

**Cevabınızı nedeniyle açıklayınız:**

.....

4. Top en yüksek noktadayken yani C konumundayken üzerine kuvvet etki eder mi? Ederse hangi kuvvetler etki eder? Yandaki şekil üzerinde gösteriniz.

**Cevabınızı nedeniyle açıklayınız:**

.....

5. Top D konumundayken üzerine etkiyen kuvvetler var mı? üzerine kuvvet etki eder mi? Ederse hangi kuvvetler etki eder? Yandaki şekil üzerinde gösteriniz.

**Cevabınızı nedeniyle açıklayınız:**

.....

6. Top E konumuna gelince yani Ali'nin eline düşünce üzerine kuvvet etki eder mi? Ederse hangi kuvvetler etki eder? Yandaki şekil üzerinde gösteriniz.

**Cevabınızı nedeniyle açıklayınız:**

.....

Sevda Seçer  
Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim  
Fakültesi  
Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı