

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

**İLKÖĞRETİM 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTROSTATİK  
KONUSUYLA İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fehime YILDIZ**

**Balıkesir, Şubat 2011**

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

İLKÖĞRETİM 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTROSTATİK  
KONUSUYLA İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİ

YÜKSEKLİSANS TEZİ

Fehime YILDIZ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. H.Asuman KÜÇÜKÖZER

Sınav Tarihi: 11.02.2011

Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Hüseyin KÜÇÜKÖZER (BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Aysel KOCAKÜLAH (BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. H.Asuman KÜÇÜKÖZER (Danışman-BAÜ)

Enstitü Yönetim Kurulunun ..... tarih ..... sayılı oturumunun .....  
nolu kararı ile ..... Mezun olmuştur.

Balıkesir, Şubat-2011

## **ÖNSÖZ**

Tez çalışmam süresince, desteğini esirgemeyen, büyük bir özveriyle araştırmamın her safhasında fikirleri ile çalışmalarına yön veren tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Asuman KÜÇÜKÖZER' e

Bu günlere gelmemi sağlayan ve manevi desteğini daima hissettiğim annem Nermin YILDIZ ve babam Hakkı YILDIZ' a sonsuz teşekkür ederim.

**Balıkesir, 2011 Fehime YILDIZ**

## ÖZET

### İLKÖĞRETİM 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTROSTATİK KONUSUYLA İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİ

Fehime YILDIZ

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
İlköğretim Anabilim Dalı

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Asuman KÜÇÜKÖZER )

Balıkesir, 2011

Bu araştırmanın amacı ilköğretim 7.sınıflarda öğrenim gören öğrencilerin elektrostatik konusuna ilişkin kavram yanlışlarını belirlemektir. Bu çalışma Balıkesir il merkezinde bulunan üç ilköğretim okulunda öğrenim gören toplam 150 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere elektrostatik konusunu ile ilgili öğretim gördükten sonra, kavram testi uygulanmıştır. Öğrencilerin kavram testine verdikleri yanıtlar nitel veri analiz yöntemlerinden içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırmanın sonunda öğrencilerin elektrostatik konusuyla ilgili kavram yanlışları olduğu görülmüştür. Öğrenciler ilk defa elektriksel yük kavramı ile ilköğretim 7.sınıfta karşılaşmalarına karşın elektrostatik konusuyla ilgili ilköğretim düzeyinde yapılan çalışmaların sayısı oldukça çok azdır. Bu nedenle bu çalışmanın sonucunda çıkan kavram yanlışlarının bazıları daha önce yapılan çalışmalarda da görülmesine karşın, çoğu bu çalışmada ilk defa ortaya çıkmıştır. Kavram testi öğretimin ardından uygulandığı için bu kavram yanlışlarının daha çok müfredat programı, öğretmen, öğretim, ders materyalleri kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin kavram yanlışlarının önlenmesi için müfredatta yer alan eksiklikler ve hatalar giderilerek ve öğretimin bu yönde düzenlenmesi gereklidir.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** elektrostatik kavramları / kavram yanlışları / ilköğretim 7. sınıf öğrencileri

## **ABSTRACT**

### **DETERMINING SEVENTH GRADE PRIMARY STUDENTS' MISCONCEPTIONS ABOUT ELECTROSTATICS**

**Fehime YILDIZ**  
**Balıkesir University, Institute of Science,**  
**Department of Primary Science Education**

**(Master Thesis Supervisor: Asst. Prof. Dr. H. Asuman KÜÇÜKÖZER)**

**Balıkesir, 2011**

The aim of this study is to determine 7th grade students' misconceptions about electrostatics. The study was carried out with a total of 150, 7th grade students in three schools at Balıkesir (Turkey). A concept test was applied after instruction about electrostatics. The students' responses to the questions in the concept test were analyzed by qualitative methods. At the end of the study it is found that students have many different misconceptions about electrostatics. Although students face the concept of *electrical charge* for the first time at 7th grade, there are only a few studies about electrostatics at primary school level. For this reason, although some of the misconceptions appeared at the end of the study was also seen in previous studies, many of the misconceptions was seen for the first time in this study. Because the concept test was applied after instruction, it is thought that the sources of the misconceptions are curriculum, teacher, instruction, the materials used during instruction. To prevent students' misconceptions it is required that the faults and the deficiencies in the curriculum are corrected and instruction is constructed at this way.

**KEY WORDS:** electrostatics concepts / misconceptions / 7th grade students

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLO LİSTESİ .....	viii
ŞEKİL LİSTESİ .....	ix
1 . GİRİŞ .....	1
1.1 Kavramlar .....	1
1.2 Kavramların Özellikleri .....	2
1.3 Kavram Yanılgıları .....	2
1.4 Araştırmanın Önemi .....	4
1.5 Araştırmanın Amacı .....	5
1.6 Araştırma Soruları .....	6
1.7 Sayıtlar .....	6
1.8 Sınırlılıklar .....	6
2 . LİTERATÜR TARAMASI .....	7
2.1 Elektrostatik Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları .....	7
3 .YÖNTEM .....	11
3.1 Örneklemin Seçimi ve Özellikleri .....	11
3.2 Verilerin Toplanması .....	11
3.3 Verilerin Analizi .....	12
4 . BULGULAR VE YORUM .....	14
4.1 Soru 1’den Elde Edilen Bulgular .....	14
4.1.1 Soru 1’in A Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	14
4.1.2 Soru 1’in B Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	16
4.1.3 Soru 1’in C Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	16
4.2 Soru 2’den Elde Edilen Bulgular .....	18
4.2.1 Soru 2’nin A Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	18
4.2.2 Soru 2’nin B Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	20
4.2.3 Soru 2’nin C Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	22
4.3 Soru 3’den Elde Edilen Bulgular .....	25
4.3.1 Soru 3’ün A Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	26
4.3.2 Soru 3’ün B Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	27
4.3.3 Soru 3’ün C Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	29
4.3.4 Soru 3’ün D Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	31
4.4 Soru 4’den Elde Edilen Bulgular .....	33
4.4.1 Soru 4’ün A Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	34
4.4.2 Soru 4’ün B Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	37
4.4.3 Soru 4’ün C Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	39
4.5 Soru 5’ten Elde Edilen Bulgular .....	41
4.5.1 Soru 5’in A Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	42
4.5.2 Soru 5’in B Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	43

4.5.3 Soru 5'in C Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	45
4.5.4 Soru 5'in D Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular .....	47
4.6 Soru 6'dan Elde Edilen Bulgular .....	48
4.7 Soru 7'den Elde Edilen Bulgular .....	50
5 . SONUÇ .....	53
6 . TARTIŞMA ve ÖNERİLER .....	56
6.1 Programa Yönelik Öneriler .....	56
6.2 Öğretmenlere Yönelik Öneriler .....	57
6.3 Araştırmacılara Yönelik Öneriler .....	58
EK A. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programında 7.sınıflarda Yer Alan Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesinde Elektriklenme Konusuna Ait Kazanımlar ve Açıklamalar .....	59
EK B. Elektrostatik Kavram Testi.....	60
7 . KAYNAKLAR .....	65

## TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1.1: 1. sorunun a seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	15
Tablo 4.1.2: 1. sorunun b seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	16
Tablo 4.1.3: 1. sorunun c seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	17
Tablo 4.2.1: 2. sorunun a seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	19
Tablo 4.2.2: 2. sorunun b seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	21
Tablo 4.2.3: 2. sorunun c seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	23
Tablo 4.3.1: 3. sorunun a seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	26
Tablo 4.3.2: 3. sorunun b seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	28
Tablo 4.3.3: 3. sorunun c seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	30
Tablo 4.3.4: 3. sorunun d seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	31
Tablo 4.4.1: 4. sorunun a seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	35
Tablo 4.4.2: 4. sorunun b seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	37
Tablo 4.4.3: 4. sorunun c seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	39
Tablo 4.5.1: 5. sorunun a seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	42
Tablo 4.5.2: 5. sorunun b seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	44
Tablo 4.5.3: 5. sorunun c seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	46
Tablo 4.5.4: 5. sorunun d seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150).....	47
Tablo 4.6.1: 6. soru için öğrenci cevap analizleri (N=150) .....	49
Tablo 4.7.1: 7. soru için öğrenci cevap analizleri (N=150) .....	51

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1.1:Kavram testi 1.soru .....	14
Şekil 4.2.1:Kavram testi 2.soru .....	18
Şekil 4.3.1:Kavram testi 3.soru .....	25
Şekil 4.4.1:Kavram testi 4.soru .....	34
Şekil 4.5.1:Kavram testi 5.soru .....	41
Şekil 4.6.1:Kavram testi 6.soru .....	49
Şekil 4.7.1:Kavram testi 7. soru .....	51

## 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında son yıllarda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çoğu, eğitim sistemlerini geliştirerek birçok yenilikler yapmıştır [1]. Bu amaçla ülkemizde de 2005–2006 eğitim öğretim yılında temellerini yapılandırıcı öğretim kuramının oluşturduğu program uygulanmaya başlanmıştır. Yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına göre, birey bilgi edinmeye başlarken boş bir zihinle yola çıkmaz, yeni öğrendiği konu veya kavramlara ilişkin hazır zihin yapılarını harekete geçirerek, öğrendiği yeni bilgileri zihninde etkin olarak kendisi yeniden yapılandırır [2]. Yani bu kurama göre öğrenciler pasif birer alıcı değildir ve bilgiyi kendileri yapılandırmaktadır [3].

İlköğretimde önem verilmesi gereken en önemli süreçlerden biri kavram öğretimidir. Genellikle soyut olan fen ile ilgili temel kavramların, ilköğretimde tam ve doğru olarak öğretilmemesi, öğretimin sonraki kademelerinde kavramların anlaşılmasını zorlaştırmaktadır.

### 1.1 Kavramlar

Kavramlar günlük hayatta kullanılan nesnelere, olayları, düşünceleri benzerliklerine göre sınıflandırılarak soyut olarak zihnimize yerleştirdiğimiz düşünce gruplarıdır. Zihnimizdeki bu düşünce grupları belirli kavram geliştirme süreçlerinden geçirilerek somut hale getirilmekte ve öğrencilerin kavramsal sistemleri algılamaları sağlanmaktadır [4; akt, 1].

İnsanlar çocukluktan başlayarak bilimsel düşüncenin birimleri olan kavramları ve onların adları olan sözcükleri öğrenirler. Kavramları sınıflar kavramlar arası 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 malzemelerin kavramlar olduğunun ve bilinen kavramlar yoluyla bilinmeyenler açıklanmaya çalışıldığıının bir göstergesidir. Sonuçta ise yeni kavramlar yapılanmakta ve bu süreç yaşam boyu devam etmektedir [3, 6].

## 1.2 Kavramların Özellikleri

Senemoğlu [7] kavramların özelliklerini aşağıdaki gibi sıralamıştır:

1. *Öğrenilebilirlik:* Tüm kavramlar sonradan öğrenilir. Ancak bazı kavramlar kolay öğrenilebilirken bazı kavramlar daha zor öğrenilmektedir.

2. *Kullanılabilirlik:* Kavramlar, ilkeleri anlama, problem çözme gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptirler. Ancak bir alandaki bazı kavramalar daha sık kullanılırken bazıları daha seyrek kullanılırlar.

3. *Açıklık:* Kavramlar açık ve anlaşılır olmalıdır. Kavramın anlamı hakkında konu alanı uzmanları arasında görüş birliği bulunmalıdır. Davranış bilimlerindeki kavramalar, diğer alanlardaki kavramlara göre biraz daha belirsizdir.

4. *Genellik:* Birçok kavram hiyerarşik olarak organize edilmiştir. Hiyerarşik yapının en üstünde yer alan kavram en genel olandır. Genel kavramların alt gruplarına indikçe, kavramların genellik özellikleri azalarak daha özel kavramlar haline gelirler.

5. *Güçlülük:* Kavramın gücü, büyük ölçüde diğer kavramların, ilkelerin anlaşılmasına yardım etme, problem çözmeyi sağlama gibi konularda faydalı olmasına, destekçi olmasına işaretir.

## 1.3 Kavram Yanılgıları

Mevcut düşünce biçimlerinin öğrenme sürecindeki etkin ve belirleyici rolünün farkına varılması son 20 yıldır fen eğitimi alanında yapılan araştırmaların, öğrencilerin fen kavramlarını algılama ve yorumlama biçimleri üzerine

yoğunlaşmıştır. Bu araştırmaların sonuçları, öğrencilerin bazı fen kavramlarını kabul edilebilir bilimsel fikirlerden farklı bir biçimde yorumladıklarını ortaya koymaktadır [8, 9, 10; akt. 11].

Gerek gündelik yaşama ilişkin olaylar, gerekse bilimsel olay ve kavramları yorumlamalarındaki bu farklılık araştırmacılar tarafından, “*öğrencilerin bilimi*” [12], “*sezgisel kavramlar*” [13], “*alternatif kavramlar*” [14], “*alternatif yapılar*” [15] ve “*kavram yanılgısı*” [16, 17] olarak isimlendirilmiştir [akt. 11].

Literatürde yer alan kavram yanılgılarının özellikleri şu şekilde özetlenebilir: [18; akt. 19]

1. Öğrenciler fen sınıflarına çoğu doğal olgular ile ilgili çeşitli kavram yanılgıları ile gelirler. Bunlar, bilimsel kavramlardan farklılık gösterirler.
2. Kavram yanılgıları, öğrencilerin bireysel deneyimlerine ait karmaşık yaşantılarından kaynaklanır. Yani, öğrencilerin edindikleri gözlemler, sahip oldukları kültür, kullandıkları dil ve aldıkları formal fen eğitimi ile bağlantılıdır. Her öğrencinin yaşantısı farklı olduğundan her öğrencinin kavram yanılgısı, diğer öğrencilerinkinden farklı olabilir.
3. Öğrenciler, bazı olgular için geliştirdikleri çelişkilili kavramlara sahip olabilirler. Öğrenciler bu kavramlardan birini, formal fen derslerinde sorulan soruları cevaplamakta kullanırken ve diğerini ders dışındaki günlük hayatlarında meydana gelen olayları açıklamakta kullanırlar.
4. Kavram yanılgılarının ortaya çıkması cinsiyet, yaş, yetenek ve kültürel yaşantıdan bağımsızdır. Bu yanılgılar dirençlidir ve genellikle geleneksel öğretim yöntemleri ile değiştirilemez.
5. Yapılan çalışmalar, çoğu yetişkin ve fen öğretmenlerinin de öğrenciler gibi aynı kavram yanılgılarına sahip olduğunu göstermektedir.
6. Dersler sırasında sunulan kavramların öğrenciler tarafından hemen anlaşıldığı farz edilir. Oysaki öğrencilerdeki mevcut kavram yanılgıları ile öğretim sürecinde sunulan kavramlar, birbirlerini karşılıklı olarak etkileyerek, hiç umulmayacak şekillerde olumsuz sonuçlar ortaya çıkarabilirler.

7. Kavramsal değişimi gerçekleştirmek amacıyla birçok ğretim stratejileri geliştirilmiştir. Fakat bu stratejiler bazı olguların ğretiminde beklenen kavramsal değişimin gerçekleşmesini sağlamayabilir.

Kavram yanılığlarının iki farklı sebepten kaynaklandığı dūřunūlebilir. Bunlardan birincisi öğrencilerin yaşama tecrūbesi sonucu oluşan, tecrūbeye dayalı kavram yanılığları ikincisi ise ğretim sūreci sonucunda oluşan öğretime dayalı kavram yanılığlarıdır. Öğrenciler formal fen derslerine katılmadan önce, bilimsel olarak, çoğunlukla tutarsız kabul edilen sezgi, önyargı ve hayat tecrūbelerini de beraberlerinde getirirler. Bu bileşim, fen derslerinde kavram öğretiminin sağlanmasında çeşitli gūlūklere neden olur. Bu nedenle, öğrencilerin formal fen derslerine katılmadan önceki bilgi birikimleri ve olguları algılama Őekilleri son derece önemlidir. Öğrencilere kazandırılacak fen kavramlarının anlamlı ve kalıcı olması için, ğretim sūreci içerisinde öğrencilere sunulan kavramlar ile öğrencilerdeki mevcut kavramlar arasında tutarsızlık olmamalıdır. Bunun gerçekleşebilmesi için öncelikle öğrencilerin mevcut kavram yanılığları ortaya çıkarılmalıdır [19]. Dięer yandan ğretim sūreciyle ilgili kavram yanılığları, öğrencinin önbilgisi ve bilişsel gelişim dūzeyinin yeterli olmayışı, öğretimde kavramları ifade ederken kullanılan dil, seçilen ğretim stratejilerinin konuya uygun olmayışından kaynaklanabilir [20]. Bunun yanı sıra verilen bilgilerin öğrenciler tarafından hatalı olarak zūmsenmesi ya da öğretmenler tarafından hatalı olarak öğretilmesi ile de ortaya çıkabilir [21].

#### **1.4 Araştırmanın nemi**

Son yıllarda fen eğitimi ile ilgili yapılan araştırmaların çoęu kavram yanılığları ūstūnde yoğunlaşmıştır. Literatūrde elektrik konusu ile ilgili de yapılmış pek çok çalışma bulunmasına rağmen bu çalışmaların būyūk bir kısmı akan (kinetik) elektrikle ilgilidir [22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37]. Elektrostatik (Statik elektrik) konusuyla ilgili yapılmış sınırlı sayıda çalışma vardır [38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49]. Bu çalışmaların çoęu ortaöğretimde

ve yüksek öğretimde okuyan öğrencilerle yapılmış olup, daha çok elektrostatikte elektriksel alan ve kuvvetler üstünde yoğunlaşmıştır [38, 39, 40, 41, 44, 46, 48, 49]. Elektrostatikle ilgili ilköğretim düzeyindeki öğrencilerle yapılmış yeterli çalışmanın olmaması dikkat çekmektedir.

Elektrostatikte diğer bazı fizik konuları gibi (optik, mekanik) doğrudan gözlem yapılamaması, kavramların (elektriksel yük gibi) soyut olması kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasını zorlaştırmakta ve öğrencilerde pek çok kavram yanılığına sebep olmaktadır. Bunların yanı sıra elektrostatikte kullanılan terminoloji de öğrencilerde bazı yanlış anlaşılmalara neden olmaktadır [47]. Öyle ki “elektrostatik” veya “statik elektrik” kavramı bile kelime anlamı olarak durgun elektrik anlamına geldiğinden öğrencilerin, elektrostatik olguların yükler durgun haldeyken gerçekteştiğini düşünmelerine yol açmaktadır. Bu nedenle yeni fen teknoloji programında “elektrostatik” kavramı yerine kavram yanılığları neden olmamak için “elektriklenme” kavramı kullanılmaktadır.

İlköğretim fen ve teknoloji programının en önemli hedeflerinden biri öğrencilerin temel fen kavram ilke ve kuramlarını öğrenmeleridir. Elektriklenme olayları ile ilgili öğrencilerin günlük hayatta bazı deneyimleri olmasına karşın *elektriksel yük* kavramı ile öğrenciler ilk defa ilköğretim 7.sınıfta karşılaşmaktadırlar. Bu doğrultuda öğrencilerin elektriklenme çeşitleri ve elektriksel yüklerle ilgili olarak sahip oldukları kavram yanılığlarının belirlenmesi son derece önemlidir. Yapılan bu çalışmanın, elektriklenme ve yük kavramları ile kavram yanılığlarını önlemeye yönelik yapılabilecek çalışmalara ve okullarda yapılan öğretim süreci boyunca bu kavramlarla ilgili anlamlı öğrenmenin gerçekteşmesine ışık tutabileceği düşünölmektedir.

### **1.5 Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmada ilköğretim 7. sınıfta öğrenim görmekte olan öğrencilerin Fen ve Teknoloji dersinde elektrostatik konusundaki kavram yanılığlarının ortaya

ıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki soruya cevap aranacaktır.

### **1.6 Araştırma Soruları**

İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin elektostatik konusunda sahip oldukları kavram yanılığları nelerdir?

### **1.7 Sayılılar**

- Uygulanan kavram testi öėrencilerin konuyla ilgili dūřüncelerini ortaya çıkarmada yeterlidir.
- Araştırmanın örneklemindeki öğrenci sayısı öğrencilerin konuyla ilgili mevcut kavram yanılığlarını ortaya çıkarmada yeterlidir.

### **1.8 Sınırlılıklar**

- Bu araştırma 2009- 2010 eğitim öğretim yılında Balıkesir il merkezindeki üç farklı ilköğretim okulunda 7.sınıfta okuyan 150 öğrenci ile,
- Veri toplama aracı olarak açık uçlu sorulardan oluşan kavram testi ile verilerin analizi ise içerik analizi ile sınırlı tutulmuştur.

## 2 . LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1 Elektrostatik Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları

Elektrostatik ile ilgili yapılan birçok çalışma, öğrencilerin *elektrik yükü* ile ilgili kavram yanılgılarına sahip olduğunu göstermiştir [30, 49, 51]. Elektrik yüküyle ilgili öğrencilerdeki en belirgin kavram yanılgısı şöyledir: “Nötr cisimler elektrik yüküne sahip değildir” [30, 49]. Bir başka kavram yanılgısı ise öğrencilerin, yüklü cisimlerin ya sadece protonlar ya da elektronlar içerdiğini düşünmeleridir [51].

*Statik elektrik* kavramı ise yalnızca öğrenciler için değil aynı zamanda kitap yazarları için de başlı başına bir problem oluşturmuştur. Bazı kitaplar verdikleri hatalı tanımlarla kavram yanılgılarının oluşmasına neden olmaktadır [51]. Fizik kitaplarının bazılarında elektrostatikte “yükler durgun haldedir” ifadesi yer almaktadır. Bu da öğrencilerin elektrostatik etkileşimlerin yalnızca yükler durgun haldeyken oluştuğunu düşünmelerine sebep olmaktadır [47].

Guruswamy ve ark. [43] yaptıkları çalışmada 8.sınıf (13 yaş) ve lise son sınıf (17 yaş) öğrencilerine, yük transferi ile ilgili farklı iki test uygulanmıştır. Her iki testte de öğrencilere metal cisimler ve ilk yükleri verilmiş, birbirini dokundurduktan sonra son yüklerinin ne olacağı sorulmuştur. Öğrencilerde yük transferi ile ilgili şu kavram yanılgıları görülmüştür:

- Zıt yüklü iki cisim birbirine dokundurduğunda, cisimlerden biri nötr olana kadar aralarından yük transferi devam eder.
- Herhangi yüklü cisim ile nötr cisim birbirine dokundurduğunda aralarında yük transferi olmaz.
- Cisimlerin ilk baştaki yüklerinin işaretleri ne olursa olsun birbirlerine dokundurduktan sonra yükleri aynı kalır.

- Zıt yükle yüklü iki metal cisim birbirine dokundurulduğunda aralarındaki yük transferi bu iki cisim üstünde net yükün sıfır olması ile sonuçlanır.
- İki metal cisim birbirine dokundurulduğunda aralarındaki yük transferi iki metal cismin de yüklerin -olması gereken yük miktarından farklı olarak- eşit olması ile sonuçlanır.
- Aynı işaretle yüklü iki metal cisim birbirine dokundurulduğunda aralarında yük transferi gerçekleşmez.

Caillot ve Xuan [50] yaptıkları çalışmada meslekleri gereği elektrikle uğraşan 33 yetişkinle statik elektrik ile ilgili görüşmeler yapmışlardır. Görüşmeler de günlük hayattaki deneyimlerden yola çıkarak statik elektriğin kaynağı ile ilgili sorular yöneltmiştir. Görüşmeler sonucunda çalışmaya katılan yetişkinlerin birçoğunun “Statik elektrik sürtünmeden kaynaklanır.” kavram yanılığına sahip olduğu görülmüştür.

Harrington [42] nötr cisimler, iletkenler ve yalıtkanlarla ilgili olarak standart elektrostatik dersi görmüş olan üniversite öğrencileri ile bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında bazı öğrencilerin nötr cisimlerin negatif yüklü olduğunu belirttikleri ve nötr ve pozitif yüklü iki cisim birbirine yaklaştırıldığında aralarındaki etkileşimi “Pozitif ve negatif cisimler birbirini çeker” şeklinde yorumladıkları görülmüştür. Cisimler birbirine temas etmediği halde birbirine yaklaştırıldığında nötr cismin negatif yüklü olduğunu belirtmişlerdir. Nötr ve pozitif yüklü cisimlerin birbirine temas etmesi ile ilgili olarak yaptığı çalışmada da öğrenciler yine nötr cisimle pozitif cisim arasındaki etkileşimi açıklarken nötr cismi negatif yüklü olarak belirtmişlerdir. Öğrencilerin bazılarının “Pozitif “var”, negatif “yok” anlamına geldiğinden pozitif, yükün olduğunu negatif ise olmadığını gösterir, bu nedenle nötr cisimler negatif yüklü farz edilebilir. ” şeklinde düşüncelere sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonunda çıkan diğer bir kavram yanılığı ise öğrencilerin sadece iletkenlerin yüklenebileceğini düşünmeleridir.

Park ve ark. [45] lise ve üniversite öğrencilerinin elektrostatikle ilgili ön fikirlerini, doğrulama ve yanlışlama yöntemiyle analiz etmiştir. Bunun için öğrencilere yalıtkan ve iletken cisimlerin elektroskopun yapraklarına olan etkisi ile

ilgili bir soru yöneltmiştir. Yalıtkanların elektroskopun yaprağına etki etmediğini düşünen öğrenciler arasından seçilen öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilere “İletkenlik nedir?” , “Elektriklenme nedir?” ve “Elektroskopu ne zaman kullanırsınız?” gibi sorular yöneltildikten sonra araştırmanın başında sorulan sorudaki iletken ve yalıtkan cisimlerin elektroskopun yapraklarına olan etkisi deneysel olarak gösterilmiştir. Araştırmada öğrencilerde şu kavram yanlışları görülmüştür:

- Elektroskop, maddelerin iletken olup olmadığını belirlemeye yarayan bir araçtır.
- Elektriklenme (elektrostatik) iki cismin birbirine sürtünmesinden kaynaklanır.
- Elektroskopun yapraklarına yalnızca iletken olan cisimler etki edebilir.

Başer’in [47] çalışmasında lise 2. sınıfta okuyan toplam 60 öğrenciden oluşan iki gruptan birine elektrostatik konusuyla ilgili geleneksel, diğerine ise kavramsal değişim aktivitelerine dayalı öğretim uygulanmıştır. Kavramsal değişim aktivitelerine dayalı öğretimin öğrencilerin elektrostatik konularını anlamasında geleneksel öğretime göre daha başarılı olduğu görülmüştür.

Çiğdemtekin [20] çalışmasında, ortaöğretimde okuyan öğrencilerin elektrostatik konusundaki kavram yanlışlarını gidermek amacıyla kavram karikatürleri yaklaşımdan faydalanmıştır. Çalışmasında önceden klasik anlatımla elektrostatik konusunu işlemiş olan 51 öğrenciye kavram yanlışlığı testi ön test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerdeki mevcut kavram yanlışları belirlenmiştir. Uzman görüşü alınarak, elektrostatik konusuyla ilgili karikatürler geliştirilerek, öğretim sürecinde kullanılmıştır. Elektrostatik konusu ile ilgili karikatürlerle tekrar öğretim alan öğrencilere öğretimin bitiminde kavram yanlışlığı testi son test olarak uygulanmıştır. Ön test ve son test sonuçlarının incelenmesiyle bu uygulamanın öğrencilerdeki elektrostatik konusuyla ilgili mevcut kavram yanlışlarını azalttığı gözlenmiştir.

Elektrostatikte kavram yanlışları ile ilgili araştırmaların çoğu elektriksel alan ve elektriksel kuvvetler üstünde odaklanmıştır [38, 39, 40, 41, 44, 46, 49]. Yapılan bu çalışmalar, öğrencilerin çoğunun elektriksel alan kavramını net olarak

anlayamadıklarını ve bu durumun öğrencilerde kavram yanlışlarına sebep olduğunu göstermiştir. [47]

Elektriksel alan ile ilgili kavram yanlışları şöyledir:

- Elektrik alan çizgileri gerçektir [40, 49].
- Elektrik alan çizgileri birbirini geçebilir veya keskin sınırlar oluşturabilir [40].
- Alan çizgisindeki yüke uygulanan kuvvet, alan çizgisi boyunca etki eder [40].
- Sınırlı sayıda elektrik alan çizgisi vardır [41].
- Yüklü bir cisim bir elektrik alanına konulduğunda; bir kuvvetin etki etmesi için belirli bir zaman gerekmez [44].

### **3 .YÖNTEM**

#### **3.1 Örneklem Seçimi ve Özellikleri**

Araştırmanın evrenini tüm Türkiye’de ilköğretim 7.sınıfta öğrenim gören öğrenciler, ulaşılabilir evreni ise Balıkesir ili merkezinde ilköğretim 7.sınıfta öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise Balıkesir il merkezinde üç farklı ilköğretim okulunda 7.sınıflarda öğrenim gören 150 öğrenci oluşturmaktadır. Okullar seçkisiz örnekleme yöntemiyle seçilmiştir.

#### **3.2 Verilerin Toplanması**

Öğrencilerin öğretim sonrası elektriklenme konusuna ait kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla 9 açık uçlu sorudan oluşan bir kavram testi geliştirilmiştir. Testin geçerliği sağlanmak için üç fizik eğitimcisi tarafından sorular incelenerek test 50 kişilik bir gruba pilot çalışma olarak uygulanmıştır. Uygulama sonucu sorulardan bazıları testten çıkarılmış, bazı sorular üstünde de değişiklikler yapılmıştır. Böylelikle 7 açık uçlu sorudan oluşan kavram testi araştırmada kullanılmak üzere son halini almıştır. Kavram testinin hazırlanması sırasında şu aşamalar izlenmiştir:

1. Elektrostatik konusu ile ilgili literatürde yer alan çalışmalar incelenmiştir.
2. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Programında 7.sınıf Elektriklenme konusuna ilişkin kazanımlar incelenmiştir.
3. Programda ki kazanımlara uygun olarak soruların bir kısmı literatürde yer alan soruların üstünde birtakım değişiklikler yapılarak, bazıları ise araştırmacı tarafından bazı fizik eğitimcilerinin de görüşü alınarak hazırlanmıştır.
4. 9 açık uçlu sorudan oluşan kavram testi elektriklenme konusu ile ilgili öğretim almış olan bir gruba pilot çalışma olarak uygulanmıştır.

5. Pilot çalışma sonucu sorular tekrar gözden geçirilerek iki soru testten çıkarılmış ve bazı sorulara da kendi içinde bazı değişiklikler yapılmıştır.
6. Son olarak 7 sorudan oluşan kavram testi 150 kişilik gruba elektrostatik konusu ile ilgili öğretimin ardından uygulanmıştır. Kavram testinin son hali Ek B' de sunulmuştur.

Testte yer alan birinci ve ikinci sorular araştırmacı tarafından fizik uzmanlarının da görüşü alınarak hazırlanmıştır. İkinci soru Guruswamy'nin [43] çalışmasından, üçüncü sorunun a seçeneği ve b seçenekleri ise Çiğdemtekin'in [20] çalışmasından esinlenerek hazırlanmıştır. Üçüncü sorunun c ve d seçeneği araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci sorular ise Çiğdemtekin'in [20] çalışmasında yer alan sorulardan bazıları değiştirilerek hazırlanmıştır.

### 3.3 Verilerin Analizi

Kavram testinin analizi nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi yöntemiyle yapılmıştır. İçerik analizinde temel amaç toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Bu yöntemle veriler tanımlanır ve verilerin içinde saklı olabilecek gerçekler ortaya çıkarılmaya çalışılır. İçerik analizinde, birbirine benzeyen veriler belirli kategoriler çerçevesinde bir araya getirilerek, bunlar okuyucunun anlayabileceği şekilde düzenlenerek yorumlanır [53].

Verilerin kodlanması aşamasında her öğrenciye bir numara verilmiştir. Her soruda öğrencilerin hangi cevabı verdiği numaralarıyla birlikte kaydedilmiştir. Öğrenci cevapları doğru, kısmen doğru, kavram yanılgısı, bilmiyorum, kodlanamayan ve boş olarak altı grupta toplanarak analiz edilmiştir.

**Doğru:** Soruya doğru yanıt verenlerin, açıklama yapılması istenen sorularda ise doğru cevabın yanı sıra doğru ve net açıklama yapanların cevapları bu grupta değerlendirilmiştir.

**Kısmen doğru:** Soruya doğru cevap vermesine rağmen açıklaması eksik olanlar veya hiç açıklama yapmayanların cevapları bu grupta değerlendirilmiştir.

**Kavram yanlışlığı:** Verilen cevaplar ve yapılan açıklamalarda bilimsel olarak yanlış olan öğrenci yanıtları bu grupta değerlendirilmiştir.

**Kodlanamayan:** Verilen yanıtın araştırmacı tarafından anlaşılabilmesi veya soruyla ilişkili olmayan bir yanıtın verilmesi durumunda bu tür cevaplar bu grupta değerlendirilmiştir.

**Bilmiyorum:** Bazı sorularda öğrencilere bilmiyorum seçeneği verilmiştir. Bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin cevapları bu grupta değerlendirilmiştir.

**Boş:** Soruya hiçbir şekilde cevap vermeyerek soruyu boş bırakanların yanıtları bu grupta değerlendirilmiştir.

Bu altı grup oluşturulduktan sonra kavram yanlışlığı grubunda ve kısmen doğru gruplarında alt kategorilerin olup olmadığını bakılmış ve varsa oluşturulmuştur.

## 4. BULGULAR VE YORUM

### 4.1 Soru 1'den Elde Edilen Bulgular

1.soruda yük dağılımları farklı olan dört balon verilmiştir (Şekil 4.1.1). Sorunun seçeneklerinde balonların net yükü, hangi balonların birbirini itip çekebileceği sorulmuştur. Bu soruyla öğrencilerin net yük, yüklü cisimlerin itme ve çekmesi ile ilgili fikirlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

1. Aşağıda yük dağılımları farklı olan 4 balon verilmiştir. Buna göre;

I II III IV

.....

a) Yukarıda verilen balonların hangi yüklerle yüklü olduğunu balonların altındaki boşluklara yazınız.

b) Verilen balonlardan hangileri birbirine yaklaştırıldığında birbirini iter? .....  
Nedenini Açıklayınız: .....

c) Verilen balonlardan hangileri birbirine yaklaştırıldığında birbirini çeker? .....  
Nedenini Açıklayınız: .....

Şekil 4.1.1: Kavram testi 1.soru

### 4.1.1 Soru 1'in A Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun a seçeneğinde bu balonların hangi yük ile yüklü olduğunu belirleyerek balonların altındaki boşluklara yazmaları istenmiştir. Soruda verilen şekillerde

1.balon pozitif ve negatif yükler birbirine eşit olduğu için nötr, II. balon pozitif yükler daha fazla olduğu için pozitif, III. balon negatif yükler fazla olduğu için negatif, IV. balon ise pozitif yükler fazla olduğu için pozitif yüküdür. Öğrencilerin % 92 ‘si bu soruya doğru yanıt vermiştir (Tablo 4.1.1).

**Tablo 4.1.1: 1. sorunun a seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	I.balon nötr II. balon pozitif, III. balon negatif IV. balon ise pozitiftir.	% 92
Kısmen doğru	I.balon nötr, II. balon+5, III. balon -6, IV. balon +5	% 3
	I.balon negatif, II. balon pozitif, III. balon negatif, IV. balon pozitif	% 2
Kavram yanlışlığı	I.balon nötr, II. balon proton, III. balon elektron, IV. balon proton	% 1
Kodlanamayan		% 2

Öğrencilerin % 3’ü I.balon nötr, II. Balon +5, III. balon -6, IV. balon +5 yanıtını vermiştir yani bu öğrenciler balonların içindeki yükü sayarak yük fazlalığını sayı olarak balonların altına yazmıştır. Balonların sadece yükü sorulduğu için cevapları kısmen doğru kabul edilmiştir. Öğrencilerin % 2’si I.balon negatif, II. balon pozitif, III. balon negatif, IV. balon pozitif cevabını vermiştir. Bu öğrenciler nötr olması gereken 1.balonun yükünü negatif olarak belirtmiştir. Diğer balonların yükünü ise doğru olarak belirlemişlerdir.

Öğrencilerin % 1’i I.balon nötr, II. balon proton, III. balon elektron, IV. balon proton cevabını vermiştir. Bu öğrenciler pozitif yük yerine proton, negatif yük yerine ise elektron kavramlarını kullanmaktadır. Fakat elektron ve proton cisimlerin yükleri değil atomu oluşturan yüklü parçacıklardır.

#### 4.1.2 Soru 1'in B Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun b seçeneğinde balonlardan hangileri birbirine yaklaştırıldığında birbirini iteceği sorulmuştur ve öğrencilerden cevaplarını açıklamaları istenmiştir. Sorunun doğru cevabı aynı yüklü olduğu için II. ve IV. balonlardır. Çünkü II ve IV numaralı balonların her ikisi de pozitif yüklüdür.

**Tablo 4.1.2: 1. sorunun b seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	II ve IV. balonlar	% 91
	Aynı yüklü olduğu için birbirini iter.	
Kavram yanılığısı	I ve III. balonlar	% 3
	Nötr ile negatif yüklü balonlar birbirini iter.	
	II. ve III., III. ve IV. balonlar Zıt yüklü balonlar birbirini iter	% 1
Kodlanamayan		% 5

Tablo 4.1.2 'de görüldüğü gibi öğrencilerin % 91'i bu soruya doğru yanıt vermiştir. Öğrencilerin % 3'ü ise I. ve III. balonlar birbirini iter cevabını vermiştir. Bu öğrenciler nötr ile negatif yüklü olan cisimlerin birbirlerini ittiğini düşünmektedirler. Bu öğrencilerden birine ait açıklama şöyledir: *“Balonlardan birisi nötr diğeri ise negatif yüklüdür. Bu nedenle birbirlerini iterler.”* (Öğrenci 150).

#### 4.1.3 Soru 1'in C Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun c seçeneğinde ise öğrencilere balonların hangilerinin birbirine yaklaştırıldığında birbirini çekeceği sorulmuştur. I.balon nötr olduğu için yüklü olan diğer balonların hepsini, II. ve III. balonla III. ve IV. balonlar ise zıt yüklü olduğu için birbirini çekeceğinden, doğru cevap I. ve II. , I. ve III. , I. ve IV. ,II. ve III. ve III. ve IV. balonlardır. Tablo 4.1.3 'de görüldüğü gibi öğrencilerin % 43'ü bu soruya doğru cevap vermiştir.

**Tablo 4.1.3: 1. sorunun c seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	I ve II, I ve III, I ve IV, II ve III, III ve IV	% 43
Kısmen doğru	Sadece zıt yüklü olan balonlar II. ve III. ,III. ve IV. birbirini çeker.	% 41
	II ve III, I ve II (Zıt yükler ve pozitifle nötr birbirini çeker.)	% 5
	I ve III, I ve IV (Nötr ile negatif, nötr ile pozitif birbirini çeker.)	% 1
Kavram yanılığısı	II ve IV (Aynı yüklü cisimler birbirini çeker.)	% 1
Kodlanamayan		% 8

Öğrencilerin % 41'i sadece zıt yüklü olan balonların birbirini çekeceğini belirtmiştir. Bu öğrenciler nötr balonların da yüklü balonları çekeceğini belirtmemişlerdir. Öğrencilerin % 5'ine göre sadece zıt yüklü cisimler ve pozitif yüklü cisimlerle nötr cisimler birbirini çekmektedirler. Negatif yüklü cisimlerle nötr cisimler birbirini çekmemektedirler.



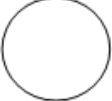
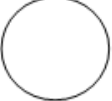
1.soruda öğrencilerin verdikleri yanıtlara genel olarak bakarsak öğrencilerin büyük bir kısmının balonların net yükünü belirleme ve balonların birbirini itmesi ile ilgili problem yaşamadıkları görülmekle birlikte bazı öğrencilerde “Nötr ve negatif yüklü cisimler birbirini iter” kavram yanılığısına rastlanmıştır. Balonların birbirini çekmeleriyle ilgili olarak ise yüklü ve nötr cisimlerin birbirlerini çekmeleri konusunda kavram yanılığılarının olduğu görülmektedir. Öğrenciler sadece zıt yüklü olan balonların birbirini çekeceğini, nötr cisimlerle yüklü cisimler arasında bir etkileşimin olmadığını düşünmektedirler. Bazı öğrenciler ise zıt yüklü cisimlerin birbirlerini çekmesinin yanı sıra pozitif ve nötr cisimlerin birbirini çekeceğini düşünmekte fakat özellikle negatif yüklü ve nötr cisimlerin birbirini çekmeyeceğini düşünmektedirler. Bu durum literatürde yapılan çalışmalarda ortaya konulmamıştır.

## 4.2 Soru 2'den Elde Edilen Bulgular



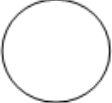
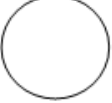
Bu soru dokunmayla elektriklenmeyle ilgilidir. Nötr cisimle herhangi bir yüklü cisim dokundurulduğunda ve zıt yüklü iki cisim dokundurulduğunda yük dağılımlarının nasıl olacağı konusunda öğrencilerin ne düşündüğünü görmek amaçlanmıştır.

2. Aşağıda yük fazlalıkları belirtilen özdeş iletken küreler verilmiştir. Bu küreler birbirlerine bir süre dokundurulup bir süre sonra birbirlerinden ayrılıyor. Her bir kürenin dokunduktan sonra ne kadar yük fazlalığı olacağını boş olarak gösterilen kürelerin içine yazınız.





a)

		→		
I	II		I	II

b)

		→		
III	IV		III	IV

c)

		→		
V	VI		V	VI

Dokundurulmadan önce

Dokundurulduktan sonra

Şekil 4.2.1:Kavram testi 2.soru

### 4.2.1 Soru 2'nin A Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun a seçeneğinde 1. kürenin yük fazlalığı +4, 2. küre ise nötr olarak verilmiştir (Şekil 4.2.1). Bu iki küre birbirine dokundurulup ayrıldıktan sonra her iki kürede toplam yükü eşit olarak paylaşır. Yani son durumda her iki küre de +2 yük fazlalığına sahip olur. Sorunun doğru cevabı 1.küre +2, 2.küre +2 olmalıdır. Öğrencilerin % 79'u bu soruya doğru cevap vermiştir (Tablo 4.2.1).

**Tablo 4.2.1: 2. sorunun a seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler	
Doğru	1.küre +2 2.küre +2 Her iki cisimde toplam yükün yarısı kadar yükü yüklenir.	% 79	
	1.küre -4                      1.küre nötr 2.küre nötr                      2.küre -4 Nötr cisimle herhangi yükü yüklü cisim birbirine dokundurduğunda cisimlerden biri nötr kalırken diğeri yüklü olan cismin yük miktarı kadar zıt yükü yüklenir.	% 5	
	1.küre nötr 2.küre +4 Yüklü olan cisim nötr olana kadar yük alışverişi devam eder.	% 2	
Kavram yanılığı	1.küre +4 2.küre nötr Yüklü cisim ile nötr cisim arasında yük geçişi olmaz.	% 2	
	1.küre nötr 2.küre nötr Nötr bir cisimle herhangi yüklü bir cisim dokundurduğunda her ikisi de nötr olur.	% 2	
	1.küre +2 2.küre -2 Yüklü bir cisimle nötr bir cisim birbirine dokundurularsa her iki cisimde yük toplamının yarısı kadar fakat zıt yüklerle yüklenir.	% 1	
	1.küre +4 2.küre +4 Nötr bir cisimle yüklü cisim dokundurduğunda, yüklü cisim nötr cismi kendisi kadar yükler.	% 1	
	1.küre +6 2.küre -6	% 1	
	1.küre +2 2.küre nötr	% 1	
	Kodlanamayan		% 3
	Boş		% 3

Öğrencilerin % 5'i 1.küre nötr, 2.küre +4 veya 1.küre nötr, 2.küre -4 cevabını vermiştir (Tablo 4.2.1). Bu cevap ile öğrenciler nötr cisimle herhangi yükü yüklü

cisim birbirine dokundurulduğunda cisimlerden biri nötr kalırken diğerrinin yüklü olan cismin yük miktarı kadar zıt yükle yüklendiğini düşünmektedirler.

Öğrencilerin % 2'si 1.küre +4, 2.küre nötr cevabını vermiştir. Yani kürelerin yükünde herhangi bir değişiklik yapmamışlardır. Bu öğrenciler nötr bir cisim ile yüklü bir cisim birbirine dokundurulduğunda aralarında yük alış verişı olmadığını düşünmektedirler.

Öğrencilerin % 2'si 1.küre nötr, 2.küre +4 cevabını vermiştir. Yüklü olan nötr olurken, nötr olan yüklü olanın yükü kadar yüklenmiştir. Bu öğrenciler nötr ve yüklü cisimler dokundurulduğunda yüklü olan cisim nötr olana kadar yük alışverişinin devam edeceğini düşünmektedirler.

Öğrencilerin % 2'si 1.küre nötr, 2.küre nötr cevabını vermiştir (Tablo 4.2.1). Bu öğrenciler nötr bir cisim ile yüklü bir cisim birbirine dokundurulduğunda her ikisinin de nötr olduğunu düşünmektedir.

#### **4.2.2 Soru 2'nin B Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular**

Sorunun b seçeneğinde 1.küre nötr, 2. kürenin ise yük fazlalığı -4 olarak verilmiştir (Şekil 4.2.1). Bu iki küre birbirine dokundurulup ayrıldıktan sonra her iki küre de toplam yükü eşit olarak paylaşır. Yani son durumda her iki küre de -2 yük fazlalığına sahip olur. Sorunun doğru cevabı 1.küre -2, 2.küre -2 olmalıdır. Öğrencilerin % 81'i bu soruya doğru cevap vermiştir (Tablo 4.2.2).

**Tablo 4.2.2: 2. sorunun b seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	1.küre -2 2.küre -2 Her iki cisimde yük toplamının yarısı kadar yükle yüklenir	% 81
Kavram yanılığı	1.küre nötr      1.küre +4 2.küre +4      2.küre nötr Cisimlerden biri nötr olurken diğeri yüklü olanın yük miktarı kadar zıt yükle yüklenir.	% 5
	1.küre -4 2.küre nötr Yüklü olan cisim nötr olana kadar yük alışverişi devam eder.	% 3
	1.küre nötr 2.küre nötr Nötr bir cisimle herhangi yüklü bir cisim dokundurduğunda her ikisi de nötr olur.	% 2
	1.küre nötr 2.küre -4 Yüklü cisim ile nötr cisim arasında yük geçişi olmaz.	% 1
	1.küre -2 2.küre +2 Her iki cisim de yük toplamının yarısı kadar fakat zıt yüklerle yüklenir.	%1
	1.küre -8 2.küre nötr	% 1
	1.küre -4 2.küre +4	% 1
	1.küre nötr 2.küre -2	% 1
Kodlanamayan		% 3
Boş		% 1

Öğrencilerin % 5'i 1.küre nötr, 2.küre +4 veya 1.küre +4, 2.küre nötr cevabını vermiştir (Tablo 4.2.2). Bu öğrenciler nötr cisimle herhangi yükle yüklü cisim birbirine dokundurduğunda cisimlerden biri nötr olurken diğeri yüklü olanın yük miktarı kadar zıt yükle yüklendiğini düşünmektedir.

Öğrencilerin % 3'ü 1.küre -4, 2.küre nötr cevabını vermiştir. Yüklü olan nötr olurken, nötr olan yüklü olanın yükü kadar yüklenmiştir. Bu öğrenciler nötr ve yüklü cisimler dokundurduğunda yüklü olan cisim nötr olana kadar yük alışverişinin devam edeceğini düşünmektedirler.

Öğrencilerin % 2'si 1.küre nötr, 2.küre nötr cevabını vermiştir. Bu öğrenciler nötr bir cisimle yüklü bir cisim birbirine dokundurduğunda her ikisinin de nötr olacağını düşünmektedir.

#### **4.2.3 Soru 2'nin C Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular**

Sorunun c seçeneğinde 1.kürenin yük fazlalığı +8, 2. kürenin ise -4 olarak verilmiştir. Bu iki küre birbirine dokundurulup ayrıldıktan sonra her iki küre de toplam yükü eşit olarak paylaşır. Yani son durumda her iki küre de +2 yük fazlalığına sahip olur. Sorunun doğru cevabı 1.küre +2, 2.küre +2 olmalıdır. Öğrencilerin % 75'i bu soruya doğru cevap vermiştir.

**Tablo 4.2.3: 2. sorunun c seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	1.küre +2 2.küre +2 Her iki cisimde yük toplamının yarısı kadar yükle yüklenir.	% 75
Kavram yanılgısı	1.cisim +6      1.cisim+4 2.cisim +6      2.cisim+4 Zıt yüklü iki cisim arasındaki yük alışverişi her iki cisimde yüklerinin eşit olması ile sonuçlanır.	% 4
	1.cisim+4 2.cisim nötr Zıt yüklü iki cisim arasındaki yük geçişi cisimlerden biri nötr olana kadar devam eder.	% 3
	1.küre+8 2.küre -4 Başlangıçta cisimler hangi yük ile yüklü olursa olsun dokundurulduktan sonra cisimlerin yükleri aynı kalır.	% 2
	1.küre +6 2.küre -2 Negatif yüklü cisim negatif yüklerinin yarısını diğer cisme gönderir.	% 1
	1.küre +6      1. küre +4 2. küre -6      2. küre -4 Zıt yüklerle yüklü iki metal cisim arasında yük transferi bu iki cisim üstünde net yükün “0” olması ile sonuçlanır.	% 1
	1.küre nötr 2.küre nötr Yük miktarları ne olursa olsun her ikisi de nötr olur.	% 1
	1.küre -4 2.küre Nötr	% 1
	1.küre +4 2.küre -8	% 1
	Kodlanamayan	
Boş		% 6

Öğrencilerin % 4’ü 1.küre +6, 2.küre +6 veya 1.küre +4 2.küre +4 cevabını vermiştir (Tablo 4.2.3). Bu öğrenciler, zıt yüklü iki cisim birbirine dokundurulduğunda cisimler arasındaki yük alışverişinin iki cisimde de yüklerin eşit olması ile sonuçlandığını düşünmektedir.

Öğrencilerin % 3'ü 1.cisim +4, 2.cisim nötr cevabını vermiştir. Böyle cevap veren öğrenciler zıt yüklü iki cisim birbirine dokundurulduğunda cisimler arasındaki yük geçişinin cisimlerden biri nötr olana kadar devam edeceğini düşünmektedir.

Öğrencilerin % 2'si 1.küre +8, 2.küre -4 cevabını vermiştir. Bu öğrenciler zıt yüklü cisimler hangi yük ile yüklü olursa olsun dokundurulduktan sonra cisimlerin yüklerin aynı kaldığını yani aralarında yük geçişi olmadığını düşünmektedirler.

2. sorunun analizi öğrencilerin dokundurma ile elektriklenme konusunda kavram yanlışlarının olduğunu göstermektedir. Bu kavram yanlışları genel olarak aşağıda verilmiştir:

1. Yüklü cisimle nötr cisim birbirine dokundurulduğunda aralarında yük geçişi olmaz, her ikisinin yükü de aynı kalır.
2. Nötr bir cisimle herhangi yüklü bir cisim dokundurulduğunda, her ikisi de nötr olur.
3. Nötr bir cisimle herhangi yüklü bir cisim dokundurulduğunda, nötr cisim yüklü cisimle aynı miktarda yükleninceye kadar, yüklü cisim ise nötr olana kadar aralarındaki yük alışverişi devam eder.
4. Nötr cisimle herhangi yükle yüklü cisim birbirine dokundurulduğunda cisimlerden biri nötr kalırken diğeri yüklü olan cismin yük miktarı kadar zıt yükle yüklenir.
5. Yüklü bir cisimle nötr bir cisim birbirine dokundurulursa her iki cisimde yük toplamının yarısı kadar fakat zıt yüklerle yüklenir.
6. Nötr bir cisimle yüklü cisim dokundurulduğunda yüklü cisim nötr cismi kendisi kadar yükler ve son durumda her ikisinin de yük miktarları eşit olur.
7. Zıt yüklü ve yük miktarları eşit olmayan iki cisim birbirine dokundurulursa cisimlerin her ikisi de eşit miktarda yüklenir. Cisimlerin her ikisi de,
  - Ya iki cisimdeki yüklerin cebirsel toplamı kadar yük miktarı ile aynı yükle yüklenir.
  - Ya da iki cisimdeki yüklerin mutlak değer toplamının yarısı kadar ve yük miktarı fazla olanın işareti ile yüklenir.

8. Zıt yüklü ve yük miktarları eşit olmayan iki cisim birbirine dokundurulduğunda; iki cisim arasındaki yük geçişi cisimlerden biri nötr olana kadar devam eder.
9. Başlangıçta cisimler hangi yük ile yüklü olursa olsun dokundurulduktan sonra aralarında yük geçişi olmaz cisimlerin yükleri aynı kalır.

Bu kavram yanlışlarından 1, 7, 8, 9 nolu kavram yanlışları Guruswamy'nin [43] yaptığı çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermesine karşın 2, 3, 4, 5, 6 nolu kavram yanlışlarına ilk defa bu çalışmada rastlanmıştır.

### 4.3 Soru 3'den Elde Edilen Bulgular

Bu soruda öğrencilerin sürtünme ile elektriklenme, etki ile elektriklenme ve iletken cisimlerin elektriklenmesi ile ilgili fikirlerinin açığa çıkarılması amaçlanmıştır.

<p><b>3. a)</b> Nötr bir plastik çubuk nötr yün kumaşa sürtüldüğünde plastik çubuğun (-) yüklendiği görülüyor. Bu olayı nasıl açıklarsınız: .....</p> <p>.....</p> <p><b>b)</b> Plastik çubuğu sürttüğümüz yün kumaş sizce yüklenmiş midir? <input type="checkbox"/> Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Bilmiyorum Eğer cevabımız evet ise yani kumaş yüklenmişse kumaşın net yükü <input type="checkbox"/> Negatiftir <input type="checkbox"/> Pozitiftir Cevabımızı açıklayınız: .....</p> <p>.....</p> <p><b>c)</b> Yüklenmiş olan plastik çubuk yüksüz küçük kağıt parçalarına yaklaştırılmaktadır. Plastik çubuk kağıt parçalarına yaklaştırıldığında kağıt parçalarını <input type="checkbox"/> Çeker <input type="checkbox"/> İter <input type="checkbox"/> Değişiklik olmaz <input type="checkbox"/> Bilmiyorum Nedenini Açıklayınız: .....</p> <p>.....</p> <p><b>d)</b> Yün kazağa plastik çubuk yerine elle tutulan metal çubuk sürtülerek, metal çubuk yüksüz kağıt parçalarına yaklaştırıldığında kağıt parçalarını <input type="checkbox"/> Çeker <input type="checkbox"/> İter <input type="checkbox"/> Değişiklik olmaz <input type="checkbox"/> Bilmiyorum Nedenini Açıklayınız: .....</p> <p>.....</p>
--

Şekil 4.3.1: Kavram testi 3.soru

Öğrencilerin sorunun seçeneklerine verdikleri cevapların analizleri ayrı tablolarda aşağıda verilmiştir.

#### 4.3.1 Soru 3'ün A Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun a seçeneğinde öğrencilere nötr bir plastik çubuk, yün kumaşa sürtüldüğünde plastik çubuğun negatif yüklendiği bilgisi verilmiş ve bu olayı nasıl açıkladıkları sorulmuştur (Şekil 4.3.1). Bu sorunun doğru cevabı yün kumaştaki negatif yüklerin bir kısmı plastik çubuğa geçeceğinden plastik çubuk negatif yüklenir şeklinde olmalıdır. Öğrencilerin % 49'u bu soruya doğru cevap vermiştir (Tablo 4.3.1).

**Tablo 4.3.1: 3. sorunun a seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

CEVAPLAR		Yüzdeler
Doğru	Yün kumaştaki negatif yüklerin bir kısmı plastik çubuğa geçeceğinden plastik çubuk negatif yüklenir.	% 49
Kısmen doğru	Aralarında yük geçişi olur.	% 13
	Sürtünme ile elektriklenme olmuştur.	% 7
	Sürtünmeden dolayı plastik çubuk ve yün kazak zıt yüklenir.	% 4
	Negatif yükler hareket etmiştir.	% 2
Kavram yanlışlığı	Yün kumaş negatif yüklü olduğu için negatif yükleri çubuğa verir.	% 2
	Dokunma ile elektriklenme olmuştur.	% 1
	Plastik çubuktan pozitif yükler yün kumaşa geçer.	% 1
	Sürtünme kuvvetinden doğan enerjiden kaynaklanır.	% 1
	Isı nedeniyle biri pozitif diğeri negatif yüklenir.	% 1
Bilmiyorum		% 1
Kodlanamayan		% 8
Boş		% 10

Tablo 4.3.1'de görüldüğü gibi öğrencilerin % 13'ü cisimler arasında yük geçişi olur cevabını vermişlerdir. Bu öğrenciler hangi cisimden hangi cisme hangi yükün geçtiğini belirtmedikleri için cevapları kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Öğrencilerin % 7'si bu olayı sürtünme ile elektriklenme ile açıklamıştır fakat bu

öğrenciler plastik çubuğun başlangıçta nötrken, yün kazağa sürtülmesi sonucu nasıl negatif yüklendiğinden bahsetmemişlerdir. Öğrencilerin % 4'ü çubuk ve yün kazak zıt yüklenir cevabını vermiştir. Sürtünme ile elektriklenmede cisimler zıt yüklenir fakat bu zıt yüklenme için hangi cisimden diğerine yük geçişi olduğunu belirtmediklerinden bu öğrencilerin cevapları da kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Öğrencilerin % 2'si olayı negatif yüklerin hareketi olarak açıklamışlardır. Fakat negatif yüklerin hangi cisimden diğerine doğru hareket ettiğinden bahsetmemişlerdir.

Öğrencilerin % 2'si yün kumaş negatif yüklü olduğu için negatif yükleri çubuğa verir cevabını vermiştir. Soruda plastik çubuğun negatif yüklendiği belirtilmiştir. Öğrencilerin, yün kumaştan plastik çubuğa negatif yüklerin gelmesinden yola çıkarak, yün kumaşın negatif yüklü olduğu sonucunu çıkardıkları düşünülebilir. Yani sürtünme ile elektriklenmeyi dokunma ile elektriklenme gibi düşünmektedirler.

#### **4.3.2 Soru 3'ün B Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular**

Sorunun b seçeneğinde ise öğrencilere plastik çubuğu sürttüğümüz yün kumaşın yüklenip yüklenmediği, yüklenmişse hangi yükle yüklendiği sorulmuştur ve cevaplarını açıklamaları istenmiştir(Şekil 4.3.1). Bu sorunun doğru cevabı evet pozitif yüklenmiştir, çünkü yün kumaş, negatif yük kaybettiği için pozitif yükler daha fazladır şeklindedir. Öğrencilerin % 33'ü soruya doğru yanıt vermiştir(Tablo 4.3.2).

**Tablo 4.3.2: 3. sorunun b seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	<b>Evet, pozitif yüklenmiştir.</b> <b>Çünkü</b> yün kumaş negatif yük kaybettiği için pozitif yükler daha fazladır. Bu sebeple pozitif olarak yüklenir.	% 33
Kısmen doğru	<b>Evet, pozitif yüklenmiştir. Çünkü</b>	
	Zıt yüklenirler.	% 7
	Yük alış verişi olduğu için	% 2
	Açıklama eksik –yok	% 27
Kavram yanlışlığı	<b>Evet, negatif yüklenmiştir, çünkü</b>	
	Pozitif yükler hareket etmez. Negatif yükler hareket eder.	% 4
	Sürtünme sonucu cisimler aynı yükte yüklenir.	% 1
	Kumaştan çubuğa negatif yük geçtiğine göre kumaş negatiftir.	% 1
	Açıklama yok	% 7
	<b>Hayır çünkü</b>	
	Plastik yüksüz olduğu için yün kumaş yüklenmez.	% 1
	Açıklama yok	% 2
	<b>Evet, pozitif yüklenmiştir, çünkü</b>	
	Yün kumaşa pozitif yük geçmiştir.	% 1
	Sürttüğümüzde kumaşa pozitif yükler çoğalır.	% 1
Bilmiyorum		% 2
Kodlanamayan		% 11

Öğrencilerin % 7'si evet yün kumaşın net yükü pozitifdir, çünkü zıt yüklenirler şeklinde cevap vermiştir. Bu öğrencilerin sürtünme ile elektriklemede cisimlerin zıt yüklendiğini ve plastik çubuğun negatif yüklü olduğunu bildiklerinden yün kumaşın da pozitif yükleneceği sonucunu çıkardıkları düşünülebilir. Fakat yük geçişi ile ilgili açıklama yapmadıkları için bu öğrencilerin cevabı kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Öğrencilerin % 2'si evet pozitifdir çünkü yük geçişi olur cevabını vermişlerdir. Fakat yük geçişinde hangi yükün hangi cisimden diğerine geçtiğini belirtmedikleri için cevapları kısmen doğru kabul edilmiştir. Öğrencilerin % 27'si evet yün kumaş pozitif yüklenmiştir cevabını vermişler fakat cevaplarını ya eksik açıklamışlar ya da hiç açıklamamışlardır. Bu tür cevaplarda kısmen doğru olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.3.2’de de görüldüğü gibi öğrencilerin % 4’ü evet yün kumaş negatif yüklenmiştir, çünkü pozitif yükler hareket etmez negatif yükler hareket eder cevabını vermiştir. Bu öğrenciler sadece negatif yükler hareket edeceği için yün kumaşa negatif yük akışı olduğunu düşünmektedirler. Öğrencilerin düşüncesi büyük olasılıkla bu yük akışının plastik çubuktan yün kumaşa doğru olduğu yönündedir. Böyle düşünen öğrencilerden bazılarına ait açıklamalar şöyledir: “*Negatif yükler hareket eder bu yüzden yüklenmiştir*”(Öğrenci 106), “*Pozitif yükler geçiş yapmaz, negatif yükler geçiş yapar.*”(Öğrenci145). Öğrencilerin % 7’si evet yün kumaş negatif yüklenmiştir cevabını vermiş fakat açıklama yapmamıştır. Toplamda öğrencilerin %13’ü evet negatif yüklenmiştir cevabını vermiştir (Tablo 4.3.2).

Öğrencilerin % 3’ü hayır yün kumaş yüklenmemiştir cevabını vermiştir. Öğrencilerin % 1’i evet yün kumaş pozitif yüklenmiştir, çünkü yün kumaşa pozitif yükler geçmiştir cevabını vermiştir. Bu öğrenciler pozitif yüklerin de hareket edebildiğini düşünmektedirler.

#### **4.3.3 Soru 3’ün C Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular**

Sorunun c seçeneğinde yün kumaşa sürtülerek yüklenen plastik çubuğun küçük kâğıt parçalarına yaklaştırıldığından söz edilmektedir ve öğrencilerden “çeker”, “iter”, “değişiklik olmaz”, “bilmiyorum” seçeneklerinden birini işaretleyerek, cevaplarını açıklamaları istenmektedir (Şekil 4.3.1). Bu sorunun doğru cevabı: “Çeker çünkü çubuk negatiftir kâğıt ise nötrdür. Yüklü cisimler nötr cisimleri çeker” şeklindedir. Öğrencilerin % 33’ü bu soruya doğru cevap vermiştir (Tablo 4.3.3).

**Tablo 4.3.3: 3. sorunun c seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler	
Doğru	<b>Çeker çünkü</b> Plastik çubuk negatiftir. Kâğıt ise nötrdür. Yüklü cisimler nötr cisimleri çeker.	% 33	
	<b>Çeker çünkü</b> Elektriklenme olur.	% 9	
Kısmen doğru	Açıklama eksik- yok	% 38	
	<b>Değişmez çünkü</b> Yük almadığı için	% 1	
Kavram yanlışlığı	Plastik çubukta yük yoktur.	% 1	
	Açıklama yok	% 1	
	<b>Çeker çünkü</b> Plastik çubuk negatif yüklü, kâğıt parçaları pozitif yüklü olduğu için birbirini çeker. (Zıt yüklüdürler)	% 11	
	Plastik çubuktan kâğıtlara negatif yük geçişi olmuştur.	% 1	
	<b>İter çünkü</b> Çubuk negatif yüklüdür, yüksüz kağıt parçalarındaki negatif yükleri hareket ettirir itme olur.	% 1	
	Bilmiyorum		% 1
	Boş		% 3

Öğrencilerin % 9'u evet çeker çünkü elektriklenme olur cevabını vermiştir. Bu öğrenciler çubukla kâğıt parçaları arasındaki elektriklenmenin nedenini açıklamadıkları için cevapları kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Öğrencilerin % 38'i çeker cevabını vermiş fakat açıklama ya hiç yapmamış ya da eksik yapmıştır. Bu öğrencilerin yanıtları da kısmen doğru olarak kabul edilmiştir.

Tablo 4.3.3'de de görüldüğü gibi öğrencilerin % 11'i "Plastik çubuk negatif yüklü, kâğıt parçaları pozitif yüklü olduğu için birbirini çeker." cevabını vermiştir. Küçük kâğıt parçalarının yüksüz olduğu soruda belirtilmesine rağmen bu öğrenciler, nötr olan kağıt parçalarını negatif yüklü olarak değerlendirmektedir. Böyle cevap veren öğrencilerden bazılarına ait açıklamalar şöyledir: "*Çünkü kağıt parçaları pozitif yüklü, kağıt parçaları ise pozitif yüklüdür.*" (Öğrenci 94) "*Negatif yüklü plastik çubuk zıt yüklü olan kağıt parçalarını çeker.*" (Öğrenci 139).

#### 4.3.4 Soru 3'ün D Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun d seçeneğinde yün kumaşa plastik çubuk yerine elle tutulan metal çubuk sürtülerek, metal çubuk yüksüz kağıt parçalarına yaklaştırıldığında, çubuğun kağıt parçalarına olan etkisi sorulmaktadır (Şekil 4.3.1). Öğrencilerden “çeker” “iter” “değişiklik olmaz” “bilmiyorum” seçeneklerinden birini işaretleyerek cevaplarını açıklamaları istenmiştir. Sorunun doğru cevabı “Değişiklik olmaz çünkü metal çubuk ve insan vücudu iletken olduğu için çubuk kumaştan aldığı elektronları ele, el de toprağa iletir. Bu nedenle çubuk nötr durumdadır ve nötr kağıt parçalarını etkilemez” şeklinde olmalıdır. Öğrencilerin % 13'ü soruya doğru cevap vermiştir (Tablo 4.3.4).

**Tablo 4.3.4: 3. sorunun d seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler	
Doğru	<b>Değişiklik olmaz çünkü</b> Metal çubuk ve el her ikisi de iletken olduğundan yün kumaştan gelen negatif yükler çubuktan insan vücuduyla toprağa akar. Nötr çubuk ile nötr kağıt parçaları birbirini etkilemez	% 13	
	<b>Değişiklik olmaz çünkü</b> İkisi de nötr olduğu için birbirini itmez -çekmez.	% 3	
Kısmen doğru	Açıklama yok –eksik	% 24	
	<b>Değişiklik olmaz, çünkü</b> Metal çubuk iletken olduğu için yün kumaştan metal çubuğa yük geçişi olmaz. İletken cisimler yüklenemez.	% 20	
Kavram yanlışlığı	<b>Çeker çünkü</b> Cisim yalıtılmamış bir iletken olsa bile yüklü cisimler nötr cisimleri çeker.	% 5	
	Zıt yükler birbirini çeker	% 2	
	Açıklama eksik –yok	% 3	
	<b>İter çünkü</b> Aynı yükle yüklü oldukları için birbirlerini iterler	% 6	
	Açıklama eksik – yok	% 9	
	Bilmiyorum		% 9
	Kodlanamayan		% 2
Boş		% 4	

Öğrencilerin % 3'ü “Değişiklik olmaz çünkü çubuk ta ve kâğıt parçaları da nötrdür.” cevabını vermiştir. Bu öğrenciler çubuğun neden nötr olduğunu açıklamadıkları için cevapları kısmen doğru kabul edilmiştir.

Öğrencilerin % 20'si “Metal çubuk iletken olduğu için yün kumaştan çubuğa yük geçişi olmamıştır, iletken cisimler yüklenemez.” cevabını vermiştir. Bu öğrenciler, metal çubuğa yün kumaştan herhangi bir yük geçişi olmadığını düşünmektedirler. Oysaki çubuğa yün kumaştan yük geçişi olmaktadır fakat çubuk iletken olduğu için ve elle tutulduğundan yün kumaştan gelen negatif yükleri toprağa iletir. Bu nedenle kâğıt parçalarını çekmez. Eğer metal çubuk elle değil de yalıtkan bir cisimle tutulsaydı o zaman kâğıt parçalarını çekebilirdi. Böyle cevap veren öğrencilerin iletken cisimlerin yüklenmeyeceğine dair kavram yanlışları bulunmaktadır. Bu öğrencilerden bazılarının yaptığı açıklamalar şöyledir: “*Metal çubukla yün kumaş arasında yük geçişi olmaz*”(Öğrenci 2), “*Yün kumaştan metal çubuğa yük geçmez*” (Öğrenci 4), “*Metal cisimler yüklenemez*”(Öğrenci 44).

Öğrencilerin % 5'i “Çubuk yün kumaşa sürtülünce yüklenir. Yüklü cisimler nötr cisimleri çeker.” cevabını vermiştir. Böyle cevap veren öğrencilere ait cevaplardan bazıları şöyledir: “*Metal çubuk negatif yüklenerek kâğıt parçalarını çeker*” (Öğrenci 64) “*Metal çubuk yüklenir yüklü olduğu için nötr kâğıt parçalarını çeker*” (Öğrenci 89). Bu öğrenciler çubuğun ve insan vücudunun iletkenliğini dikkate almamışlardır.

Öğrencilerin % 6'sı “*Aynı yükle yükü oldukları için birbirlerini iterler.*” cevabını vermiştir. Böyle cevap veren öğrencilerden bazılarının ait açıklamalar şöyledir: “*Her ikisi de pozitif olduğu için birbirlerini iterler*” (Öğrenci 87), “*Aynı yüklü olduklarından birbirlerini iterler*” (Öğrenci 128). Bu öğrenciler kâğıt parçaları yüksüz olmasına rağmen kâğıdı yüklü olarak düşünmektedirler.


3. soruda öğrencilerin yanıtlarına genel olarak bakılırsa, öğrencilerin aşağıdaki kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür:

- Yün kumaşa sürtülen plastik çubuğun negatif yüklenmesinin sebebi, yün kumaş negatif yüklü olduğu için kumaşın negatif yüklerini çubuğa vermesidir.
- Plastik çubuk negatif yüklü, kâğıt parçaları ise pozitif yüklü olduğu için birbirlerini çekerler. Oysa soruda kâğıt parçalarının nötr olduğu belirtilmiştir. Buna rağmen öğrenciler cisimlerin zıt yüklü oldukları için birbirlerini çekeceğini düşünmektedir. Aynı durum metal çubuk içinde görülmektedir.
- İletken cisimler yalıtılmış olsa da olmasa da yüklenemez. Harrington [42] iletkenler, yalıtkanlar ve yüklü cisimlerle ilgili olarak yaptığı çalışmasında ise daha farklı olarak “Sadece iletken cisimler yüklenebilir” kavram yanılığı ortaya çıkmıştır.

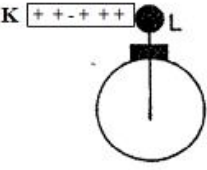
#### **4.4 Soru 4’den Elde Edilen Bulgular**

Soruda öğrencilere nötr bir L elektroskobu verilmiştir. L elektroskobuna pozitif yüklü bir K çubuğu dokundurularak uzaklaştırılmaktadır (Şekil4.1.1). Bu soruda öğrencilerin dokunma ile elektriklenme ile ilgili fikirlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

4.



Nötr L elektroskobu



Şekilde görüldüğü gibi, pozitif yüklü K çubuğu nötr L elektroskobuna dokundurulup uzaklaştırılıyor. Buna göre;

a) K çubuğu L elektroskobuna dokundurulup uzaklaştırdıktan sonra K çubuğunun son yükü;

Negatiftir       Pozitifdir       Nötrdür       Bilmiyorum

Cevabımızı açıklayalım: .....

b) K çubuğu L elektroskobuna dokundurulup uzaklaştırdıktan sonra L elektroskobu,

Negatif yüklenmiştir       Pozitif yüklenmiştir       Nötrdür       Bilmiyorum

Cevabımızı açıklayalım: .....

c) K çubuğu L elektroskobuna dokundurulmadan önce elektroskobun yaprakları kapalıdır. K çubuğu dokundurduğunda L elektroskobunun yaprakları

Açılır       Önce açılır sonra kapanır       Değişiklik olmaz       Bilmiyorum

Cevabımızı açıklayalım: .....

Şekil 4.4.1:Kavram testi 4.soru

#### 4.4.1 Soru 4'ün A Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Bu sorunun a seçeneğinde nötr L elektroskobuna pozitif K çubuğu dokundurduğunda K çubuğunun son yükünün ne olacağı sorulmuştur (Şekil 4.4.1). Sorunun doğru cevabı “K çubuğunun son yükü pozitifdir, çünkü nötr L elektroskobundan pozitif K çubuğuna negatif yük geçişi olmuştur, K çubuğunda pozitif yük fazlalığı vardır.” şeklindedir. Öğrencilerin % 12’si doğru cevabı vermiştir (Tablo 4.4.1). Bu öğrencilerin açıklamalarından bazıları şöyledir: “Pozitifdir, çünkü L elektroskobundan K çubuğuna bir miktar negatif yük geçişi olduğundan K pozitif olarak kalır.” (Öğrenci 8), “Elektroskoptan çubuğa, çubuğu nötr yapacak kadar negatif yük geçmez. K çubuğu pozitif kalır, çünkü K çubuğunda pozitif yükler daha fazladır.” (Öğrenci 39).

**Tablo 4.4.1: 4. sorunun a seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler	
Doğru	<b>Pozitifdir, çünkü</b> L elektroskobundan K çubuğuna negatif yük geçişi olmuştur , K çubuğunda pozitif yük fazlalığı vardır.	% 11	
Kısmen doğru	<b>Pozitifdir.</b> Cevap açıklanmamış-eksik	% 28	
Kavram yanılığı	<b>Pozitifdir, çünkü</b> K çubuğundan L elektroskobuna pozitif yük geçer, pozitif yükler paylaşılır.	% 13	
	K çubuğundan L elektroskobuna negatif yükler geçer ve son durumda K çubuğu pozitif yüklü olur.	% 4	
	L elektroskobundaki pozitif yükler K çubuğuna geçmiştir.	% 1	
	L elektroskobunda az K çubuğunda fazla yük olduğu için L elektroskobu, K çubuğunun yükünü değiştiremez.	% 1	
	Pozitif yükler hareket etmeyeceği için K cisminin yükünde değişme olmaz.	% 1	
	<b>Nötrdür, çünkü</b> K çubuğu fazla pozitif yükleri L elektroskobuna verir ve nötrlenir.	% 13	
	L elektroskobundaki negatif yükler K çubuğuna gelir ve nötrlenir.	% 1	
	Açıklama eksik-yok	% 5	
	<b>Negatifdir, çünkü</b> L elektroskobundan negatif yükler K çubuğuna geçer.	% 8	
	K çubuğundaki pozitif yükler elektroskoba giderse çubukta negatif yükler kalır.	% 2	
	K çubuğundaki negatif yükler paylaşılmıştır.	% 1	
	Açıklama yok- eksik	% 1	
	Bilmiyorum		% 3
	Kodlanamayan		% 5
Boş		% 2	

Öğrencilerin % 28'i K çubuğunun son yükünün pozitif olduğunu belirtmiştir. Fakat cevabını açıklamamıştır veya eksik açıklamıştır. Bu cevaplar kısmen doğru olarak kabul edilmiştir (Tablo 4.4.1).

Öğrencilerin % 13'ü K çubuğunun son yükünün pozitif olacağını çünkü K çubuğundan L elektroskobuna pozitif yüklerin geçeceğini ve pozitif yüklerin paylaşıldığını belirtmiştir. Bu öğrenciler pozitif yüklerin de hareket ettiğini ve aynı zamanda yüklerin hep yüklü cisimden nötr cisme doğru olduğunu düşünmektedirler. Öğrencilerin açıklamalarından bazıları şöyledir: *“Dokundurulduğu zaman cisimler yükleri paylaşıyorlar. K çubuğundan elektroskoba pozitif yüklerin geçişi olmuştur”* (Öğrenci 17), *“K cisminden elektroskoba pozitif yük akışı olur ve pozitif yükleri K çubuğu ve L elektroskobu paylaşırlar”* (Öğrenci 119). Öğrencilerin % 4'ü K çubuğundan nötr L elektroskobuna negatif yüklerin geçeceğini ve son durumda K çubuğunun pozitif olacağını belirtmiştir. Bu şekilde cevap veren öğrencilerin açıklamalarından bazıları şöyledir: *“K cismindeki negatif yükler elektroskoba gider ve böylece K pozitifken, negatif yüklerin gitmesiyle daha fazla pozitif olur”* (Öğrenci 86). *“Çünkü K çubuğundaki negatif yükler nötr L elektroskobuna geçer böylece K çubuğu pozitif yüklü olur”* (Öğrenci 139).

Öğrencilerin % 13'ü “K çubuğunun son yükü nötrdür, çünkü L elektroskobundan K çubuğuna negatif yükler gelir ve K çubuğu nötrlenir” cevabını vermiştir (Tablo 4.1.1). Böyle cevap veren öğrencilerden birkaçına ait cevaplar şöyledir: *“K çubuğundaki pozitif yükler L elektroskobundaki negatif yükleri çeker ve nötrlenir”* (Öğrenci 144), *“L elektroskobundaki negatif yükler K çubuğundaki pozitif yükleri götürür, çubuk yüksüz yani nötr olur”* (Öğrenci 138). Bu öğrenciler pozitif yüklü olan K çubuğu nötr olana kadar elektroskoptan çubuğa doğru negatif yük akışı olduğundan bahsetmişlerdir. Öğrencilerin % 5'i K çubuğunun son durumda nötr olacağını belirtmiş fakat nedenini açıklamamıştır (Tablo 4.4.1). Toplamda öğrencilerin % 19'u K çubuğunun son durumda nötr olacağını belirtmiştir.

Öğrencilerin % 7'si “K çubuğunun son yükü negatiftir çünkü L elektroskobundan K çubuğuna negatif yükler geçer” cevabını vermişlerdir. Bu öğrenciler K çubuğuna L elektroskobundan geçen negatif yüklerin, K cisminde bulunan pozitif yüklerden fazla olduğunu yani K çubuğunda negatif yük fazlalığı oluşacağını düşünmektedirler. Öğrencilerin % 2'si K çubuğunun son yükü negatiftir çünkü K çubuğundaki pozitif yükler elektroskoba giderse çubukta negatif yükler kalır cevabını vermiştir. Bu öğrenciler de pozitif yüklerin hareket ettiğini

düşünmektedir. Böyle düşünen öğrencilerden birinin açıklaması şöyledir: “K çubuğundaki pozitif yükler elektroskoba geçerse çubukta geriye negatif yükler kalır” (Öğrenci 101).

#### 4.4.2 Soru 4’ün B Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun b seçeneğinde pozitif K çubuğu nötr L elektroskobuna dokundurulup uzaklaştırıldıktan sonra L elektroskobunun yükünün ne olacağı sorulmuştur. Sorunun doğru cevabı L elektroskobundan K çubuğuna negatif yük geçişi olur ve L elektroskobu negatif yük kaybettiği için pozitif yüklü hale gelir şeklindedir. Öğrencilerin % 26’sı doğru cevap vermiştir (Tablo 4.4.2).

**Tablo 4.4.2: 4. sorunun b seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

CEVAPLAR		Yüzdeler
Doğru	<b>Pozitifdir, çünkü</b> L elektroskobundan K çubuğuna negatif yük geçişi olmuştur. L elektroskobu negatif yük kaybettiği için pozitif yüklü hale gelir.	% 26
Kısmen doğru	<b>Pozitifdir.</b>	
	Cevap açıklanmamış-eksik	% 28
Kavram yanlışlığı	<b>Pozitifdir, çünkü</b>	
	K çubuğundan L elektroskobuna pozitif yük geçişi olur.	% 21
	L elektroskobu, K çubuğu nötr olana kadar çubuğa negatif yük yollar, kendisinde pozitif yük fazlalığı kalır.	% 3
	<b>Nötrdür</b>	
	Uzaklaştırıldığı için bir müddet sonra eski haline döner.	% 1
	Açıklama eksik –yok	% 1
	<b>Negatifdir, çünkü</b>	
	K çubuğundaki negatif yükler L elektroskobuna geçer.	% 7
	L elektroskobundan pozitif yükler K çubuğuna geçer.	% 1
Açıklama yok	% 5	
Bilmiyorum		% 2
Kodlanamayan		% 4
Boş		% 1

Öğrencilerin % 28'i L elektroskobunun pozitif yüklendiğini belirtmesine rağmen açıklama yapmamış ya da eksik bir açıklama yapmıştır. Bu tür cevaplar kısmen doğru kabul edilmiştir. L elektroskobunun pozitif yüklendiğini belirtmesine rağmen açıklaması eksik olan öğrencilerin açıklamalarından biri şöyledir: “*L elektroskobunun son yükü pozitifdir çünkü dokundurulan cisimler aynı yükle yüklenir.* (Öğrenci 32)” Bu öğrenci, dokunma ile elektriklenmede her iki cismin de aynı yükle yüklendiği bilmektedir fakat yük geçişinin nasıl gerçekleştiği ile ilgili açıklamada bulunmamıştır.

Öğrencilerin % 21'i K çubuğundan L elektroskobuna pozitif yük geçişi olacağını bu nedenle L elektroskobunun pozitif yükleneceğini belirtmiştir. Bu öğrenciler de, pozitif yükler hareket eder kavram yanılığına sahiptir. Böyle düşünene öğrencilere ait açıklamalardan bazıları şöyledir: “*K çubuğu L elektroskobuna pozitif yük vermiştir*” (Öğrenci 41), “*K çubuğunun pozitif yüklerini paylaştıkları için elektroskop pozitif olur*”(Öğrenci 98). Öğrencilerin %3'ü L elektroskobu pozitif yüklenmiştir çünkü L elektroskobu K çubuğuna, çubuk nötr olana kadar negatif yük yollar ve kendisinde pozitif yük fazlalığı kalır cevabını vermiştir. Bu öğrencilerden birisinin açıklaması şöyledir: “*Negatif yükler K çubuğunu nötrlediği için elektroskopta pozitif yük fazlalığı oluşur*” (Öğrenci 34).

Öğrencilerin % 7'si L elektroskobunun son yükü negatiftir çünkü K çubuğundaki negatif yükler L elektroskobuna geçer cevabını vermiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklaması şu şekildedir: “*Negatif yükler elektroskoba geçer. Elektroskop ile çubuk birbirini çeker ve elektroskop negatif yükle yüklenir* (Öğrenci 18)” “*K çubuğundaki negatif yüklerin birazı elektroskoba geçmiştir.* (Öğrenci 30)” Öğrencilerin % 5'i L elektroskobunun negatif yüklendiğini belirtmiş fakat açıklama yapmamıştır. Toplamda öğrencilerin % 13 'ü L elektroskobu negatif yüklenmiştir cevabını vermiştir.

#### 4.4.3 Soru 4'ün C Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun c seçeneğinde öğrencilere K çubuğu L elektroskobuna dokundurulup ayrıldığında elektroskobun yapraklarının durumunun ne olacağı sorulmuştur. Öğrencilerden “açılır”, “önce açılır sonra kapanır”, “değişiklik olmaz”, “bilmiyorum” seçeneklerinden birini işaretleyerek cevaplarını açıklamaları istenmiştir. Bu sorunun doğru cevabı “K çubuğu L elektroskobuna dokundurulduğunda, elektroskobun yaprakları pozitif yüklenir, aynı yükler birbirini ittiği için yapraklar açılır.” şeklindedir. Öğrencilerin % 26’sı soruya doğru cevap vermiştir.

**Tablo 4.4.3: 4. sorunun c seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	Açılır çünkü L elektroskobunun yapraklar pozitif yüklendiği için birbirini iter.	% 26
Kısmen doğru	Açılır. Açıklama eksik –yok	% 57
Kavram yanılgısı	Önce –açılır sonra kapanır.	% 11
Bilmiyorum		% 4
Kodlanamayan		% 1
Boş		% 1

Öğrencilerin % 57 ‘si açılır cevabını vermiş fakat ya eksik açıklama yapmış ya da hiç açıklama yapmamıştır. Bu öğrencilerin yanıtları kısmen doğru olarak kabul edilmiştir. Böyle cevap veren öğrencilerden bazılarına ait cevaplar şu şekildedir: “Biri pozitif diğer nötr olduğu için açılır ve yapraklar pozitif yüklenir” (Öğrenci 11), “Elektroskop yüklendiği için açılır” (Öğrenci 47), “K çubuğu çünkü pozitif yüklüdür” (Öğrenci 106). Bu öğrenciler elektroskop yüklendiği zaman yaprakların açıldığından bahsetmişlerdir fakat yaprakların açılmasının aynı yüklerin birbirini itmesinden kaynaklandığını belirtmemişlerdir.

Öğrencilerin % 11’i önce açılır sonra kapanır cevabını vermiştir. Böyle yanıt veren öğrencilerden bazıları çubuk elektroskoba dokundurulduğunda yaprakların yüklenerek açılacağını, uzaklaştırıldığında ise elektroskobun tekrar nötr duruma

geçmesiyle yaprakların kapanacağını düşünmektedir. Böyle düşünen öğrencilerden birinin açıklaması şöyledir: “Elektroskop pozitif yükle yüklenir yapraklar birbirini iter, çubuk uzaklaştırıldığında nötr olur ve yapraklar tekrar kapanır” (Öğrenci 80). Bu öğrenci dokunma olayını yaklaştırma gibi düşünmektedir. Oysaki cisim elektroskoba yaklaştırılmamış dokundurulmuştur. Bu durumda elektroskop tekrar nötr duruma geçmez.

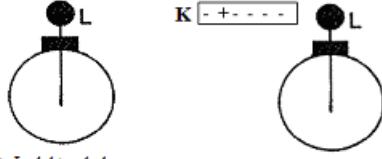
4.soruda öğrenciler dokunma ile elektriklenme sonucu yükleri değişen çubuk ve elektroskobun yük durumlarını ve aralarındaki yük geçişlerini açıklarken sorun yaşadıkları görülmektedir. Öğrencilerin bazılarının verdikleri yanıtlarla her zaman yüklü cisimden nötr cisme yük geçişi olur şeklinde bir genelleme yapmakta oldukları görülmektedir. Bazıları ise yük geçişlerini doğru belirlemiş fakat ne kadar yük geçeceğini doğru belirleyememiştir. Öğrencilerin kavram yanlışları aşağıda özetlenmiştir:

- Pozitif yükler hareket eder. Bu kavram yanlışlığı Çiğdemtekin’in [20] çalışmasında da görülmüştür.
- Pozitif cisim nötr elektroskoba dokundurulduğunda cisimden elektroskoba negatif yük geçişi olur.
- Pozitif cisim nötr elektroskoba dokundurulduğunda elektroskoptan cisme negatif yük geçişi olur, bu yük geçişi elektroskop, pozitif cismi negatif yapana kadar devam eder.
- Pozitif cisim nötr elektroskoba dokundurulduğunda elektroskoptan cisme negatif yük geçişi olur, bu yük geçişi pozitif cisim nötr olana kadar devam eder ve elektroskop pozitif olur.
- Pozitif cisim nötr elektroskoba dokundurulduğunda elektroskobun yaprakları açılır uzaklaştırıldığında kapanır.

#### 4.5 Soru 5'ten Elde Edilen Bulgular

Bu soruda öğrencilere nötr bir L elektroskobu verilmiş ve nötr durumdaki L elektroskobuna negatif yüklü K çubuğu değmeyecek şekilde yaklaştırılmıştır (Şekil 4.5.1). Soruda öğrencilerin etki ile elektriklenme ile ilgili fikirlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

5.



Nötr L elektroskobu

Şekilde görüldüğü gibi, negatif yüklü K çubuğu nötr elektroskoba değmeyecek şekilde yaklaştırılmaktadır. Buna göre;

a) K çubuğu L elektroskobuna yaklaştırıldığında K çubuğunun yükünde değişiklik olmuş mudur?

Evet  Hayır  Bilmiyorum

Cevabımızı açıklayalım: .....

b) K çubuğu L elektroskobuna yaklaştırıldığında L elektroskobunun topuzu,

Negatif yüklenmiştir  Pozitif yüklenmiştir  Nötrdür  Bilmiyorum

Cevabımızı açıklayalım: .....

c) K çubuğu L elektroskobuna yaklaştırıldığında L elektroskobunun yaprakları,

Negatif yüklenmiştir  Pozitif yüklenmiştir  Nötrdür  Bilmiyorum

Cevabımızı açıklayalım: .....

d) K çubuğu L elektroskobuna yaklaştırıldığında L elektroskobunun yaprakları

Açılır  Önce açılır sonra kapanır  Değişiklik olmaz  Bilmiyorum

Cevabımızı açıklayalım: .....

Şekil 4.5.1: Kavram testi 5.soru

#### 4.5.1 Soru 5'in A Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun a seçeneğinde negatif yüklü K çubuğu nötr L elektroskobuna yaklaştırıldığında K çubuğunun yükünde değişme olup olmadığı sorulmuştur (Şekil 4.5.1). Bu sorunun doğru cevabı “K çubuğunun yükünde değişme olmamıştır çünkü çubuk ile elektroskop birbirine temas etmedikleri için aralarında yük geçişi olmaz.” şeklindedir. Öğrencilerin % 57’si bu soruya doğru cevabı vermiştir (Tablo 4.5.1).

**Tablo 4.5.1: 5. sorunun a seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	Hayır, çünkü cisimle elektroskop birbirine dokunmadığı için aralarında yük geçişi olmaz.	% 57
Kısmen doğru	<b>Hayır çünkü</b>	
	L elektroskobu nötr dür.	% 1
	Açıklama yok	% 3
Kavram yanlışlığı	<b>Evet çünkü</b>	
	K çubuğundaki negatif yükler elektroskoba geçmiştir.	%15
	Elektroskoptan pozitif yükler çubuğa gelir.	% 3
	K cismi nötr olur.	% 1
	Açıklama yok	% 3
Bilmiyorum		% 3
Kodlanamayan		% 13
Boş		% 1

Öğrencilerin % 15’i evet çünkü K çubuğundaki negatif yükler elektroskoba geçmiştir cevabını vermiştir. Böyle cevap veren öğrencilerin bazılarında ait açıklamalar şöyledir: “K çubuğu negatif yüklerin bir kısmını vermiştir” (Öğrenci 12), “K çubuğunda eksiler azalır çünkü negatif yükler L elektroskobuna geçer” (Öğrenci 104). Bu öğrenciler elektroskop ile çubuk birbirine değmemesine rağmen aralarında yük geçişi olduğunu düşünmektedirler. Yani bu öğrenciler etki elektriklenme ve dokunma ile elektriklenme arasında bir farklılık görmemişlerdir.

Öğrencilerin % 3’ü elektroskoptan K çubuğuna pozitif yükler gelir cevabını vermiştir. Böyle cevap veren öğrenciler de elektroskop ile çubuk arasında temas

olmamasına rağmen yük geçişi olur kavram yanılığına ve aynı zamanda pozitif yüklerin çubuğa geçeceğini belirttikleri için pozitif yükler hareket eder kavram yanılığına da sahiptirler. Böyle cevap veren öğrencilerden bazılarına ait açıklamalar şöyledir: “ünkü L elektroskobundaki pozitif yükler K çubuğundaki negatif yükleri götürür” (Öğrenci 138), “K ubuğuna L elektroskobundan pozitif yük akmıştır” (Öğrenci 80).

#### 4.5.2 Soru 5’in B Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun b seçeneğinde negatif K ubuğu nötr L elektroskobuna yaklaştırıldığına L elektroskobunun topuzunun hangi yükle yüklendiği sorulmuştur (Şekil 4.5.1). Sorunun doğru cevabı “Pozitif yüklenmiştir çünkü K çubuğundaki negatif yükler, elektroskoptaki negatif yükleri elektroskobun yapraklarına iter. Topuz da pozitif yük fazlalığı olur.” şeklindedir. Öğrencilerin % 11’i bu soruya doğru cevap vermiştir (Tablo 4.5.2).

**Tablo 4.5.2: 5. sorunun b seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	<b>Pozitif yüklenmiştir. Çünkü</b> K çubuğundaki negatif yükler, elektroskoptaki negatif yükleri iter. Topuz da pozitif yük fazlalığı olur.	% 11
Kısmen doğru	<b>Pozitif yüklenmiştir. Çünkü</b> Açıklaması yok-eksik	% 5
Kavram yanılgısı	<b>Pozitif yüklenmiştir. Çünkü</b> Elektroskoptaki pozitif yükler topuzda doğru hareket eder.	% 45
	<b>Negatif yüklenmişlerdir. Çünkü</b> K çubuğundan L elektroskobuna negatif yük geçişi olmuştur.	% 15
	Açıklama eksik –yok	% 9
	<b>Nötr dür. Çünkü</b> Dokunma olmadığından topuzun yükünde bir değişim olmaz.	% 3
	Bilmiyorum	% 2
	Kodlanamayan	% 9
Boş	% 1	

Öğrencilerin % 5'i ise L elektroskobunun topuzu pozitif yüklenmiştir cevabını vermesine rağmen açıklamalarını ya eksik yapmış ya da hiç açıklama yapmamıştır. Bu öğrencilerin verdiği yanıtlar kısmen doğru kabul edilmiştir.

Öğrencilerin % 45'i L elektroskobunun topuzu pozitif yüklenmiştir çünkü elektroskoptaki pozitif yükler topuzda doğru hareket eder cevabını vermiştir. Bu öğrenciler pozitif yüklerin hareket ettiğini bu nedenle topuzun pozitif yüklendiğini belirtmişlerdir. Böyle cevap veren öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir: “K cismindeki negatif yükler L elektroskobunun yapraklarındaki pozitif yükleri topuzda çekmiştir” (Öğrenci 56), “L elektroskobundaki pozitif yükler yukarı topuzda çıkar” (Öğrenci 101).

Öğrencilerin % 15'i “L elektroskobunun topuzu negatif yüklenmiştir çünkü K çubuğundan L elektroskobuna negatif yük geçişi olmuştur” cevabını vermiştir. Bu öğrenciler temas olmamasına rağmen yük geçişi olacağını düşünmektedirler. Aynı zamanda bu öğrencilerin yüklü cisimlerden nötr cisimlere yük akışı olduğuna dair bir genelleme yapmakta oldukları görülmektedir. Böyle cevap veren öğrencilerden

bazılarına ait cevaplar şöyledir: “*K çubuğundaki negatif yükler elektroskoba yüklenir*”(Öğrenci 138), “*K çubuğundaki negatif yükler elektroskoptaki pozitiflere doğru gider ve topuzu negatif yükler*” (Öğrenci 144). Öğrencilerin % 9’u L elektroskobunun topuzu negatif yüklenmiştir cevabını vermiştir fakat açıklama yapmamıştır.

Öğrencilerin % 3’ü ise nötrdür çünkü dokunma olmadığından topuzun yükünde herhangi bir değişim olmaz cevabını vermiştir. Böyle cevap veren öğrenciler cisimlerin elektriklenmesi için cisimler arasında temas olması gerektiğini düşünmektedir.

#### **4.5.3 Soru 5’in C Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular**

Sorunun c seçeneğinde negatif yüklü K çubuğu nötr L elektroskobuna yaklaştırıldığında elektroskobun yapraklarının hangi yükle yüklendiği sorulmuştur (Şekil 4.5.1). Sorunun doğru cevabı “Negatif yüklenmiştir çünkü K çubuğundaki negatif yükler, elektroskoptaki negatif yükleri elektroskobun yapraklarına iter. Böylece yapraklarda negatif yük fazlalığı olur” şeklindedir. Öğrencilerin % 60’ı soruya doğru cevap vermiştir (Tablo 4.5.3).

**Tablo 4.5.3: 5. sorunun c seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	<b>Negatif yüklenmişlerdir. Çünkü</b> K çubuğundaki negatif yükler L elektroskobundaki negatif yükleri yapraklara iteceğinden yapraklar negatif yüklenir.	% 60
Kısmen doğru	<b>Negatif yüklenmişlerdir.</b> Açıklama eksik ya da yok	% 10
Kavram yanlışlığı	<b>Negatif yüklenmiştir, çünkü</b> K cisminden elektroskoba negatif yük geçişi olmuştur.	% 10
	<b>Nötrdür. Çünkü</b> Yük geçişi olmamıştır.	% 2
	Pozitif yükler yapraklar solda, negatif yükler sağda toplanır.	% 1
	Açıklama yok	% 4
	<b>Pozitif yüklenmiştir. Çünkü</b> Topuz negatif yüklü olduğundan yapraklar pozitif yüklenir.	% 1
	Pozitif yükler hareket etmeyeceğinden negatif yükler topuza doğru hareket eder, yapraklar da pozitif yükler kalır.	% 1
	Açıklama yok	% 1
	Bilmiyorum	% 3
	Kodlanamayan	% 5
Boş	% 2	

Öğrencilerin % 10'u elektroskobun yaprakları negatif yüklenmiştir cevabını vermiş fakat ya hiç açıklama yapmamış ya da eksik açıklama yapmışlardır (Tablo 4.5.3). Bu nedenle bu öğrencilerin cevapları kısmen doğru kabul edilmiştir.

Öğrencilerin % 10'u K çubuğundan L elektroskobuna negatif yük geçişi olacağı için elektroskobun yapraklarının negatif yükleneceğini belirtmiştir. Çubuk ile elektroskop arasında yük geçişi olması için çubuk ve elektroskobun birbirine değmesi gerekmektedir. Soruda ise çubuk ve elektroskop birbirine değmemektedir sadece yaklaştırılmaktadır. Böyle cevap veren öğrenciler etki ile elektriklenmeyi dokunma ile elektriklenme olarak düşünmüşlerdir.

Öğrencilerin % 2'si "Nötrdür, çünkü yük geçişi olmamıştır" cevabını vermişlerdir. Bu öğrenciler yük geçişi olmadığı için yaprakların yük durumunda

herhangi bir değişim olmadığı düşünmektedirler ve elektroskobun içerisindeki yüklerin kutuplaşmasını dikkate almamışlardır.

#### 4.5.4 Soru 5'in D Seçeneğinden Elde Edilen Bulgular

Sorunun d seçeneğinde negatif K çubuğu nötr L elektroskobuna yaklaştırıldığında elektroskobun yapraklarının durumunun ne olacağı sorulmuştur. Öğrencilerden “açılır”, “önce açılır sonra kapanır”, “değişiklik olmaz”, “bilmiyorum” seçeneklerinden birini işaretleyerek cevaplarını açıklamaları istenmiştir (Şekil 4.5.1). Bu sorunun doğru cevabı “K çubuğu L elektroskobuna yaklaştırıldığında, elektroskobun yaprakları negatif yüklenir, aynı yükler birbirini ittiği için yapraklar açılır” şeklindedir. Öğrencilerin % 20'si soruya doğru cevap vermiştir.

**Tablo 4.5.4: 5. sorunun d seçeneği için öğrenci cevap analizleri (N=150)**

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	Açılır çünkü L elektroskobunun yapraklar negatif yüklenmiştir. Her iki yaprakta aynı yükle yüklü olduğu için birbirini iter.	% 20
Kısmen doğru	Açılır. Açıklama eksik –yok	% 53
Kavram yanılığı	Önce açılır sonra kapanır.	% 11
	Değişiklik olmaz.	% 5
Bilmiyorum		% 7
Kodlanamayan		% 3
Boş		% 1

Öğrencilerin % 53'ü açılır cevabını vermiş fakat bir kısmı hiç açıklama yapmazken bir kısmı ise eksik açıklama yapmıştır. Açıklaması eksik olan öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir: “*Yapraklar yüklendiği için yapraklar açılmıştır*” (Öğrenci 7), “*Nötr yapraklara yük gittiği için yapraklar açılır*” (Öğrenci 31). Bu öğrenciler elektroskop yüklendiği zaman yaprakların açıldığından

bahsetmişlerdir fakat yaprakların açılmasının aynı yüklerin birbirini itmesinden kaynaklandığını belirtmemişlerdir.

Öğrencilerin % 11'i elektroskobun yaprakları önce açılır sonra da kapanır cevabını vermiştir. Böyle cevap veren öğrencilerden birine ait açıklamalar şöyledir: “*K çubuğu L elektroskobuna yaklaştırılınca yapraklar önce açılır sonra eski haline döner*” (Öğrenci 4).

Öğrencilerin % 5'i elektroskobun yapraklarında bir değişiklik olmaz cevabını vermiştir. Böyle cevap veren öğrencilerden bazıları çubuk ile elektroskop birbirine dokunmadığı için yapraklarda herhangi bir değişim olmayacağını belirtmişlerdir. Böyle düşünen öğrencilerden birinin açıklaması şöyledir: “*Çubukla elektroskop arasında herhangi bir temas olmadığından yapraklarda değişiklik olmaz.* (Öğrenci 24)”

5.soru da öğrencilerin verdikleri yanıtlara genel olarak bakıldığında;

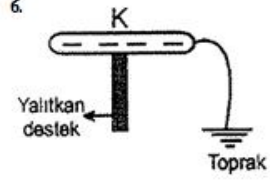
- Öğrenciler etki ile elektriklenmeyi, dokunma ile elektriklenme gibi düşünerek elektroskopla çubuk arasında temas olmamasına rağmen aralarında yük geçişi olduğunu düşünmektedir. Bu kavram yanılığı Çiğdemtekin'in [20] çalışmasında da görülmüştür.
- Negatif yüklü cisim nötr elektroskoba yaklaştırıldığında pozitif yüklerin yapraklardan topuza hareket edeceğini düşünülmektedir. Bu kavram yanılığı ise Çiğdemtekin'in [20] tez çalışmasının sonuçlarıyla uyumludur.
- Negatif yüklü cisim nötr elektroskoba yaklaştırıldığında dokunma olmadığı için elektroskobun yaprakları yüklenmez.
- Negatif yüklü cisim nötr elektroskoba yaklaştırıldığında elektroskobun yaprakları önce açılır, sonra kapanır.

#### **4.6 Soru 6'dan Elde Edilen Bulgular**

Bu soruda öğrencilere yalıtkan bir destek üstünde negatif yüklü iletken bir K cismi verilmiştir (Şekil 4.6.1). Bu cisim bir süre toplandıktan sonra toprak

bağlantısı kesilirse K cisminin yükünün ne olacağı sorulmuş ve öğrencilerden cevaplarını açıklamaları istenmiştir.

6.



Şekilde görüldüğü gibi, yalıtkan destek üstündeki negatif yüklü K iletkeni bir süre topraklandıktan sonra toprak bağlantısı kesilirse, K cismi,

Negatif yüklenmiştir       Pozitif yüklenmiştir       Nötrdür       Bilmiyorum

Cevabımızı açıklayınız: .....

.....

Şekil 4.6.1:Kavram testi 6.soru

Bu soru ile öğrencilerin topraklama ve nötr kavramlarına ait fikirlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtların analizleri aşağıda Tablo 4.1.6'de verilmiştir.

Tablo 4.6.1: 6. soru için öğrenci cevap analizleri (N=150)

Cevaplar		Yüzdel er
Doğru	<b>Nötr olur</b> , çünkü K cismindeki fazla negatif yükler toprağa gider.	% 75
Kavram yanlışlığı	<b>Pozitif yüklenmiştir, çünkü</b> K iletkeni negatif yüklerini toprağa verir. Bu nedenle pozitif yükler kalır.	% 8
	Toprak pozitif yüklü olduğu için K cismi de pozitif yüklenmiştir.	% 2
	Açıklama yok-eksik	% 4
	<b>Negatif yüklenmiştir, çünkü</b> Topraktan negatif yükler geleceğinden yine negatif yüklü olur.	% 1
	Pozitif yükler hareket etmeyeceğinden yine negatif olur.	% 1
	Toprak bağlantısı kesildiği için	% 1
	Açıklama yok -eksik	% 3
	<b>Nötrdür, çünkü</b> topraktan pozitif yükler gelmiştir.	% 1
	Bilmiyorum	% 3
	Boş	% 1

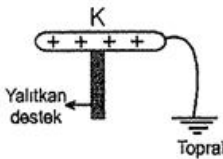
Öğrencilerin % 75'i soruya doğru yanıt vermiştir (Tablo 4.6.1). Öğrencilerin % 8'i K iletkeni toprak bağlantısı kesildikten sonra pozitif olur, çünkü K iletkeni negatif yüklerini toprağa verdiği için cisimde pozitif yükler kalır cevabını vermiştir. Bu öğrenciler toprak bağlantısı kesilene kadar negatif yük akışı gerçekleştiğini bu nedenle de K iletkeninin negatif yüklerinin hepsini toprağa verdiğini düşünmektedirler. Bu öğrenciler yük geçişini doğru belirlemiştir fakat ne kadar yük geçeceğini belirlemede sorun yaşamaktadırlar. Böyle cevap veren öğrencilerden bazılarına ait açıklamalar şu şekildedir: “Çünkü bütün negatif yükler aşağı iner. Negatif yüklü cismin içinde pozitif yükler de vardır. Bu yüzden pozitif kalır.” (Öğrenci 91) “Çünkü bütün negatif yükler toprağa geçer.” (Öğrenci 94), “Çünkü negatif yükler toprağa akar K cisminde pozitif yükler kalır.” (Öğrenci 104) Öğrencilerin % 2'ü ise toprak pozitif olduğundan K cisminin de pozitif olacağını belirtmiştir. Böyle cevap veren öğrenciler, toprağı nötr olarak değil pozitif yüklü olarak düşünmektedirler. Bu öğrencilerin nötr kavramıyla ilgili problem yaşadıkları düşünülmektedir.

Negatif yüklü iletken bir cismin topraklanması ilgili olarak bu soruda görülen kavram yanılgıları şöyledir:

- Negatif yüklü cisim topraklandığında negatif yüklerini toprağa verir. Cisimde pozitif yükler kalır.
- Negatif yüklü cisim topraklandığında, toprak pozitif yüklü olduğu için cisim de pozitif yüklenmiştir.

#### **4.7 Soru 7'den Elde Edilen Bulgular**

Bu soruda öğrencilere yalıtkan bir destek üstünde pozitif yüklü iletken bir K cismi verilmiştir (Şekil 4.7.1). Bu cisim bir süre toplandıktan sonra toprak bağlantısı kesilirse K cisminin yükünün ne olacağı sorulmuş ve öğrencilerden cevaplarını açıklamaları istenmiştir.

7.  Şekilde görüldüğü gibi, yalıtkan destek üstündeki pozitif yüklü K iletkeni bir süre topraklandıktan sonra toprak bağlantısı kesilirse, K cismi,

Negatif yüklenmiştir       Pozitif yüklenmiştir       Nötrdür       Bilmiyorum

Cevabımızı açıklayınız: .....

.....

Şekil 4.7.1:Kavram testi 7. soru

Öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtların analizleri aşağıda Tablo 4.7.1’de verilmiştir.

Tablo 4.7.1: 7. soru için öğrenci cevap analizleri (N=150)

Cevaplar		Yüzdeler
Doğru	Topraktan cisme negatif yükler geçer ve cisim son durumda nötr olur.	% 78
Kavram yanılgısı	<b>Cisim pozitif yüklenmiştir. Çünkü</b> pozitif yükler hareket etmez cisimdeki negatif yükler toprağa akar.	% 11
	<b>Cisim negatif yüklenmiştir. Çünkü</b> topraklama sonucu K cismine negatif yükler gelir ve cisim negatif yüklenir.	% 10
Bilmiyorum		% 1

Öğrencilerin % 78’i soruya doğru yanıt vermiştir (Şekil 4.7.1). Öğrencilerin % 11’i K cismi pozitif yüklenmiştir çünkü pozitif yükler hareket etmez cisimdeki negatif yükler toprağa akar cevabını vermiştir. Bu öğrenciler topraklama sırasında daima yüklü olan cisimden yük akışı olacağını, cisim pozitif yüklü olduğu için ve pozitif yükler hareket etmediğinden cisimde bulunan negatif yüklerin toprağa doğru akacağını düşünmektedirler. Böyle cevap veren öğrencilerden bazılarına ait açıklamalar şu şekildedir: “Pozitif yükler hareket edemezler ve K cismindeki negatif yükler toprağa gider. Bu yüzden pozitif yük fazlalığı olur.” (Öğrenci 2), “ Çünkü toprak negatif yükleri çeker pozitif yükler kalır.” (Öğrenci 105).

Öğrencilerin % 10'u cisim negatif yüklenmiştir çünkü topraklama sonucu K cismine negatif yükler gelir ve cisim negatif yüklenir cevabını vermiştir. Böyle cevap veren öğrenciler, topraklanan pozitif cisme gelen negatif yüklerin cisimde negatif yük fazlalığı oluşturacağını düşünmektedirler. Bu öğrencilerden bazılarının ait açıklamalar şöyledir: “*Negatif yükler topraktan K cismine gelir.*”(Öğrenci 94), “*Topraktan gelen negatif yükler K cismini de negatif yüklü yapar.*” (Öğrenci 145).

Pozitif yüklü iletken cismin topraklanmasına ilişkin sorulan bu soruda öğrencilerde şu kavram yanlışlarına rastlanmıştır.

- Topraklama sırasında pozitif yükler hareket etmeyeceğinden topraklanan cisim toprağa negatif yük gönderir.
- Pozitif yüklü iletken cisim topraklandığında topraktan negatif yükleri çekerek negatif yükle yüklenir.

## 5. SONUÇ

İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin elektrostatik konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını bulmak amacıyla yapılan bu çalışma sonunda elde edilen bulgular yorumlandığında elektrostatik konusuna ait belli başlı kavram yanlışları aşağıdaki gibidir. Kavram yanlışlarının yanında hangi soruda görüldükleri de verilmiştir.

1. Negatif yüklü ve nötr cisimler birbirini iter (Soru 1 b seç.).
2. Sadece zıt yüklü olan cisimler birbirini çeker. Nötr ve yüklü cisimler birbirini çekmez (Soru 1 c seç.).
3. Zıt yüklü cisimler, pozitif ve nötr cisimler birbirlerini çeker. Fakat negatif ve nötr cisimler birbirini çekmez (Soru 1 c seç.).
4. Yüklü cisimle nötr cisim birbirine dokundurulduğunda aralarında yük geçişi olmaz, her ikisinin yükü de aynı kalır (Soru 2 a ve b seç.).
5. Nötr bir cisimle herhangi yüklü bir cisim dokundurulduğunda, her ikisi de nötr olur (Soru 2 a ve b seç.).
6. Nötr bir cisimle herhangi yüklü bir cisim dokundurulduğunda, nötr cisim yüklü cisimle aynı miktarda yükleninceye kadar, yüklü cisim ise nötr olana kadar aralarındaki yük alışverişi devam eder (Soru 2 a ve b seç.).
7. Nötr cisimle herhangi yükle yüklü cisim birbirine dokundurulduğunda cisimlerden biri nötr kalırken diğeri yüklü olan cismin yük miktarı kadar zıt yükle yüklenir (Soru 2 a ve b seç.).
8. Yüklü bir cisimle nötr bir cisim birbirine dokundurulursa her iki cisimde yük toplamının yarısı kadar fakat zıt yüklerle yüklenir (Soru 2 a ve b seç.).
9. Nötr bir cisimle yüklü cisim dokundurulduğunda yüklü cisim nötr cismi kendisi kadar yükler ve son durumda her ikisinin de yük miktarları eşit olur. (Soru 2 a seç.).
10. Zıt yüklü ve yük miktarları eşit olmayan iki cisim birbirine dokundurulursa cisimlerin her ikisi de eşit miktarda yüklenir. Cisimlerin her ikisi de,

- Ya iki cisimdeki yüklerin cebirsel toplamı kadar yük miktarı ile aynı yükle yüklenir.
  - Ya da iki cisimdeki yüklerin mutlak toplamalarının yarısı kadar ve yük miktarı fazla olanın işareti ile yüklenir (Soru 2 c seç.).
11. Zıt yüklü ve yük miktarları eşit olmayan iki cisim birbirine dokundurulduğunda; iki cisim arasındaki yük geçişi cisimlerden biri nötr olana kadar devam eder (Soru 2 c seç.).
  12. Başlangıçta cisimler hangi yük ile yüklü olursa olsun dokundurulduktan sonra aralarında yük geçişi olmaz cisimlerin yükleri aynı kalır (Soru 2 c seç.).
  13. Yün kumaşa sürtülen plastik çubuğun negatif yüklenmesinin sebebi, yün kumaş negatif yüklü olduğu için kumaşın negatif yüklerini çubuğa vermesidir (Soru 3 a seç.).
  14. Plastik çubuk negatif yüklü, kâğıt parçaları ise pozitif yüklü olduğu için birbirlerini çekerler. Çubuk iletken olsa da durum değişmez (Soru 3 c ve d seç.).
  15. İletken cisimler yalıtılmış olsa da olmasa da elektrik yüküyle yüklenemez. (Soru 3 d seç.).
  16. Pozitif yükler hareket eder (Soru 4 a ve b seç.).
  17. Pozitif cisim nötr elektroskoba dokundurulduğunda cisimden elektroskoba negatif yük geçişi olur (Soru 4 a seç.).
  18. Pozitif cisim nötr elektroskoba dokundurulduğunda elektroskoptan cisme negatif yük geçişi olur, bu yük geçişi elektroskop, pozitif cismi negatif yapana kadar devam eder (Soru 4 a seç.).
  19. Pozitif cisim nötr elektroskoba dokundurulduğunda elektroskoptan cisme negatif yük geçişi olur, bu yük geçişi pozitif cisim nötr olana kadar devam eder ve elektroskop pozitif olur (Soru 4 a ve b seç.).
  20. Pozitif cisim nötr elektroskoba dokundurulduğunda elektroskobun yaprakları açılır uzaklaştırıldığında kapanır (Soru 4 c seç.).
  21. Negatif bir cisim nötr elektroskoba yaklaştırıldığında cisimdeki negatif yükler elektroskoba geçer. (Soru 5 a seç.).
  22. Negatif bir cisim nötr elektroskoba yaklaştırıldığında pozitif yükler yapraklardan topuza hareket eder (Soru 5 b seç.).

23. Negatif yüklü cisim nötr elektroskoba yaklaştırıldığında dokunma olmadığı için elektroskobun yaprakları yüklenmez (Soru 5 c seç.).
24. Negatif yüklü cisim nötr elektroskoba yaklaştırıldığında elektroskobun yaprakları önce açılır, sonra kapanır (Soru 5 d seç.).
25. Negatif yüklü cisim topraklandığında negatif yüklerini toprağa verir. Cisimde pozitif yükler kalır (Soru 6).
26. Negatif yüklü cisim topraklandığında, toprak pozitif yüklü olduğu için cisim de pozitif yüklenir (Soru 6).
27. Pozitif yüklü iletken cisim topraklandığında pozitif yükler hareket etmeyeceğinden topraklanan cisim toprağa negatif yük gönderir (Soru 7).
28. Pozitif yüklü iletken cisim topraklandığında topraktan negatif yükleri çekerek negatif yükle yüklenir (Soru 7).

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar daha önce bu alanda yapılmış araştırma sonuçlarıyla karşılaştırılırsa 2 nolu kavram yanılığı Harrington 'un [42]; 4, 10, 11, 12 nolu kavram yanılığları Guruswamy'nin [43]; 16, 21 ve 22 nolu kavram yanılığları ise Çiğdemtekin'in [20] yapmış oldukları çalışmalarda görülmüştür. 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28 nolu kavram yanılığları ise ilk defa bu çalışmada ortaya konulmuştur.

## 6 . TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Çalışmada elde edilen sonuçlar öğrencilerin elektrostatik ile ilgili kavram yanlışlarının olduğu göstermektedir. Kavram testinin öğretim sonrası uygulandığı düşünülürse kavram yanlışlarının kaynağının müfredat programı, öğretim, öğretmen veya ders materyalleri kaynaklı olduğu düşünülebilir.

### 6.1 Programa Yönelik Öneriler

Araştırma sonunda sürtünme ile elektriklenme ile ilgili olarak sorulan sorularda öğrencilerin açıklama yapmakta zorlandıkları görülmüştür. Bazı öğrenciler ise sürtünme ile elektriklenmeyi dokunma ile elektriklenme olarak düşünerek bu yönde açıklamalarda bulunmuşlardır. Konu ile ilgili müfredat programına bakıldığında sürtünme ile elektriklenme ile cisimlerin sadece temas eden yüzeylerinin artmasının kolaylaştığı ve cisimleri birbirine sürterek elektriklenmelerinin dokunma (temas) ile elektriklenme olduğu belirtilmiştir. Oysaki sürtünme ve dokunma ile elektriklenme birbirinden farklı olduğundan elektrikleme çeşitlerinden *sürtünme ile elektriklenme* kavramı ayrı olarak verilmelidir.

Araştırma sonuçlarına göre etki ile elektriklenme ile ilgili olarak sorulan sorularda öğrencilerde bazı kavram yanlışlarının olduğu görülmüştür. Örneğin öğrencilerin bir kısmı etki elektriklenmede cisimler arasında yük geçişi olduğunu düşünmektedir. Bazı öğrencilerin ise etki ile elektriklenme ile cisimlerin yüklerinin kutuplaştığını dikkate almadıkları görülmüştür. Müfredat programına bakıldığında, etki (tesir) ile elektriklenme kazanımlarda sadece şu şekilde yer almaktadır: “*Cisimlerin birbirine dokundurulmadan etki ile elektrikleterek zıt yüklerle yüklenebileceğini deneyerek keşfeder*” (Bkz. EK A). Bu kazanımın gerçekleşmesi için hem etki ile elektriklenme hem de topraklamanın öğrenciler tarafından bilinmesi gerekir. Bu nedenle bu kazanımdan önce öğrencilerin etki ile elektriklenmeyi

kavramalarını sağlayacak başka bir kazanım yer almalıdır. Çünkü öğrenciler etki ile elektriklenmenin ne olduğunu fark ettikten sonra farklı bir duruma uygulayabilirler.

## 6.2 Öğretmenlere Yönelik Öneriler

Kavram yanılgılarının önlenmesi için öğretim bu yönde düzenlenmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle öğretim etkinliklerinin düzenlenmesinde öğretmenlere büyük görev düşmektedir.

Araştırma sonuçlarından elde edilen kavram yanılgılarında öğrencilerin özellikle dokunma ile elektriklenme ve topraklama ile ilgili sorularda yük geçişinin hangi cisimden diğerine olacağı ve ne kadar yükün geçeceği ile ilgili sıkıntılarının olduğu görülmüştür. Özellikle öğrenciler nötr ve yüklü cisimler arasındaki yük geçişlerini açıklarken zorlanmaktadır. Bu durum öğrencilerin *yük kapasitesi* kavramını bilmemelerinden kaynaklanmaktadır. Fakat *yük kapasitesi* kavramı ilköğretim düzeyi için uygun değildir. Bu sıkıntının ortadan kalması için konuyla ilgili öğretim sırasında öğretmenlerin şu vurguları yapması gereklidir:

- Nötr bir cisim ile yüklü bir cisim birbirlerine dokundurulduğunda her iki cisim de son durum da yüklü olan cismin yüküyle yüklenir.
- Toprakla bağlantısı olan yüklü bir cismin toprak bağlantısı kesildiğinde her zaman nötr olur.

Bu vurgular yapıldığı takdirde öğrenciler negatif yüklerin sadece hareket ettiği bilgisini de kullanarak hangi cisimden diğerine ve ne kadar yükün geçeceğini belirleyebilir.

Bazı durumlarda ise aşırı genellemelerden dolayı öğrencilerin kavram yanılgılarına düştükleri söylenebilir. Örneğin nötr elektroskoba pozitif bir cismin dokunması sonucu cisimler aradaki yük geçişini açıklarken, bazı öğrenciler cisimden elektroskoba negatif yüklerin geçeceğini belirtmişlerdir. Bu öğrenciler sadece negatif yüklerin hareket ettiğini bilmektedirler fakat yük geçişinin her zaman yüklü

olan cisimden nötr cisme doğru olduğunu düşünmektedirler. Yine bazı öğrenciler ise yüklü bir cismin topraklanmasında her zaman yüklerin topraktan cisme doğru akacağını düşünmektedirler. Başka bir genelleme ise öğrencilerin sadece zıt yüklü cisimlerin birbirini etkileyebileceği, nötr cisimlerle yüklü cisimler arasında etkileşim olmadığını belirtmesidir. Öğrencilerin benzer şekilde aşırı genellemeler yapmalarını önlemek amacıyla öğretim sırasında öğretmenler, hep benzer örnekleri vermekten kaçınmalıdır. Örneğin topraklamayı hep negatif yüklü cismin topraklanması şeklinde göstermek yerine hem pozitif hem de negatif yüklü cisimlerin topraklanması ile ilgili örneklerle göstermelidir.

### **6.3 Araştırmacılara Yönelik Öneriler**

Fen eğitiminde elektrostatik konusyla ilgili yapılan az sayıda araştırma bulunduğu ve yapılan çalışmaların da daha çok orta öğretim ve yüksek öğretim düzeyindeki öğrencilere yönelik olduğu görülmektedir. Elektrostatik konusu ile öğrenciler ilk defa ilköğretim 7. sınıflarda karşılaşmaktadırlar. Öğrencilerin ilköğretim düzeyinde edindikleri kavram yanlışları daha sonraki öğretim süreçlerini de olumsuz etkileyeceğinden öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarının belirlenmesi çok önemlidir. Bu nedenle elektrostatikle ilgili ilköğretim düzeyinde yapılacak çalışmaların öğrenciler de ki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bu kavram yanlışlarını giderilmesi açısından önem taşıyacağı düşünülmektedir.

**EK A. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programında 7.sınıflarda Yer Alan Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesinde Elektriklenme Konusuna Ait Kazanımlar ve Açıklamalar**

<b>Kazanımlar</b>	<p><b>1. Elektriklenme ve çeşitleri ile ilgili olarak öğrenciler;</b></p> <p>1.1. Bazı maddelerin veya cisimlerin birbirlerine temas ettirildiğinde elektriklenebileceğini fark eder.</p> <p>1.2. Aynı yolla elektriklendikten sonra aynı cins iki maddenin birbirlerini dokunmadan ittiğini, farklı cins iki maddenin ise birbirlerini dokunmadan çektiğini deneyerek keşfeder (BSB–8, 9, 30, 31).</p> <p>1.3. Deneysel sonuçlara dayanarak iki cins elektrik yükü olduğu sonucuna varır (BSB–31).</p> <p>1.4. Elektrik yüklerinin pozitif (+) ve negatif (-) olarak adlandırıldığını belirtir.</p> <p>1.5. Aynı elektrik yüklerinin birbirini ittiğini, farklı elektrik yüklerinin ise birbirini çektiğini ifade eder.</p> <p>1.6. Negatif ve pozitif yüklerin birbirine eşit olduğu cisimleri, nötr cisim olarak adlandırır.</p> <p>1.7. Yüklü bir cismin başka bir cisme dokundurulunca onu aynı tür yüklerle yükleyebileceğini ve bu cisimlerin daha sonra birbirini itebileceğini deneyerek keşfeder (BSB–8, 9, 30, 31).</p> <p>1.8. Elektriklenme olaylarında cisimlerin negatif yük alış-verişi yaptığını ve cisimler üzerinde pozitif veya negatif yük fazlalığı (yük dengesizliği) oluştuğunu ifade eder.</p> <p>1.9. Elektroskopun ne işe yaradığını, tasarladığı bir araç üzerinde gösterir (BSB–18, FTTÇ–5).</p> <p>1.10. Yüklü cisimlerden toprağa, topraktan yüklü cisimlere negatif yük akışını “topraklama” olarak adlandırır.</p> <p>1.11. Cisimlerin birbirine dokundurulmadan etki ile elektrikleterek zıt yüklerle yüklenebileceğini deneyerek keşfeder (BSB–8, 9, 30, 31).</p> <p>1.12. Elektriklenmenin teknolojiye ve bazı doğa olaylarındaki uygulamaları hakkında örnekler vererek tartışır (FTTÇ–5).</p>
<b>Açıklamalar</b>	<p>??? Sürtünme, elektriklenmeyi kolaylaştırıcı (etkileşme yüzeyini artıran) bir etkidir. Burada önemli olan temas yüzeyidir. Bu nedenle öğrenciler “Elektriklenme sürtünme ile oluşur.” kavram yanılgısına düşmemelidir.</p> <p>[!] Elektriklenme ile ilgili etkinlikler nemli ortamlarda sonuç vermediğinden kuru bir ortam tercih edilmelidir.</p> <p>[!] 1.8 Negatif yüklerin elektronlar, pozitif yüklerin ise protonlar olduğu 4. Ünite olan “Maddenin Yapısı ve Özellikleri” ünitesinde verilecektir.</p> <p>[!] Elektriklenme konusundaki (+), (-) sembolleri matematikteki toplama ve çıkarma işlemleri ile karıştırılmamalıdır.</p> <p>[!] 1.10 Toprağın yani yer kürenin aslında çok büyük bir nötr cisim olduğu hatırlatılmalıdır.</p> <p>[!] 1.11 Cisimleri etki ile yüklemek için topraklama yapılması gerektiği vurgulanmalıdır.</p> <p>➤ <b>Ara disiplinlerle ilişkilendirme</b>  <b>Afetten Korunma ve Güvenli Yaşam</b>  1.12–9: Yıldırımdan korunma yollarını sıralar.</p>

## EK B. Elektrostatik Kavram Testi

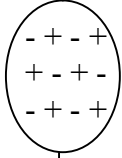
Sevgili öğrenciler bu test “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesindeki Elektriklenme konusunda geçen kavramları ölçmek için hazırlanmıştır. 7 sorudan oluşan testte bazı soruların yanında işaretlemeniz gereken seçenekler verilmiştir. Bunlardan size uygun olanı işaretleyiniz ve cevabınızın nedenini bırakılan boşluklara cevaplayınız. Seçenek verilmeyen sorularda ise cevabınızı yazdıktan sonra cevabınızı açıklamanız isteniyorsa bırakılan boşluklara cevaplarınızın nedenlerini yazınız. Soruları boş bırakmamaya özen göstererek, cevaplarınızın mümkün olduğunca açıklayıcı ve anlaşılır olmasına dikkat ediniz. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

Ad:

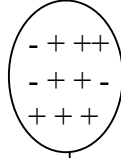
Soyadı:

### SORULAR

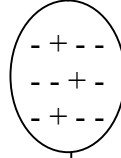
1. Aşağıda yük dağılımları farklı olan 4 balon verilmiştir. Buna göre;



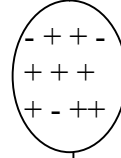
I



II



III



IV

.....

.....

.....

.....

a) Yukarıda verilen balonların hangi yükle yüklü olduğunu balonların altındaki boşluklara yazınız.

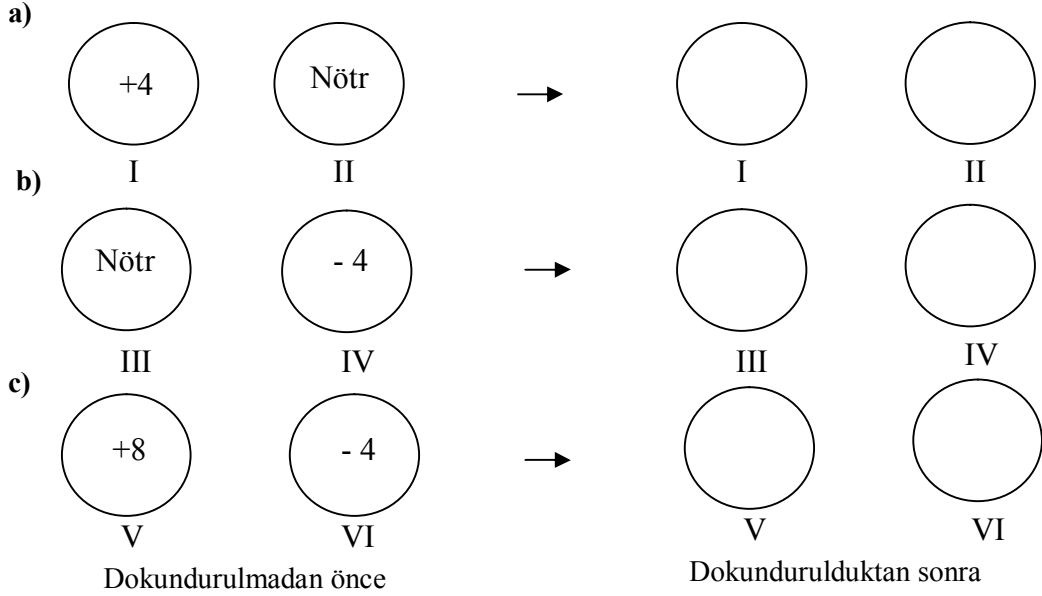
b) Verilen balonlardan hangileri birbirine yaklaştırıldığında birbirini iter?  
Nedenini açıklayınız

.....  
.....

c) Verilen balonlardan hangileri birbirine yaklaştırıldığında birbirini çeker?  
Nedenini açıklayınız

.....  
.....

2. Aşağıda yük fazlalıkları belirtilen özdeş iletken küreler verilmiştir. Bu küreler birbirlerine bir süre dokundurulup bir süre sonra birbirlerinden ayrılıyor. Her bir kürenin dokunduktan sonra ne kadar yük fazlalığı olacağını boş olarak gösterilen kürelerin içine yazınız.



3.

a) Nötr bir plastik çubuk nötr yün kumaşa sürtüldüğünde plastik çubuğun (-) yüklendiği görülüyor. Bu olayı nasıl açıklarsınız

.....

.....

b) Plastik çubuğu sürttüğümüz yün kumaş sizce yüklenmiş midir?

Evet  Hayır  Bilmiyorum

Eğer cevabınız evet ise yani kumaş yüklenmişse kumaşın net yükü

Negatiftir  Pozitiftir

Cevabınızı açıklayınız:

.....

.....

c) Yüklenmiş olan plastik çubuk yüksüz küçük kağıt parçalarına yaklaştırılmaktadır. Plastik çubuk kağıt parçalarına yaklaştırıldığında kağıt parçalarını

Çeker  İter  Değişiklik olmaz  Bilmiyorum

Nedenini Açıklayınız:

.....

.....

d) Yün kazağa plastik çubuk yerine elle tutulan metal çubuk sürtülerek, metal çubuk yüksüz kağıt parçalarına yaklaştırıldığında kağıt parçalarını

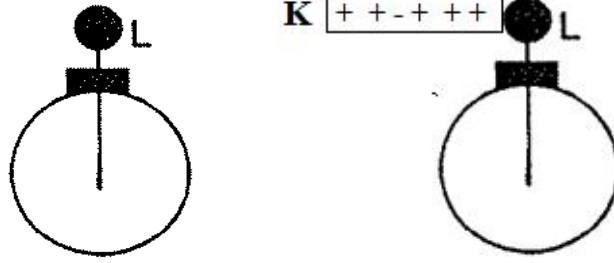
Çeker  İter  Değişiklik olmaz  Bilmiyorum

Nedenini açıklayınız:

.....

.....

4.



Nötr L elektroskopu

Şekilde görüldüğü gibi, pozitif yüklü K çubuğu nötr L elektroskopuna dokundurulup uzaklaştırılıyor. Buna göre;

a) K çubuğu L elektroskopuna dokundurulup uzaklaştırıldıktan sonra K çubuğunun son yükü;

- Negatiftir       Pozitiftir       Nötrdür       Bilmiyorum

Cevabınızı açıklayınız:

.....  
.....

b) K çubuğu L elektroskopuna dokundurulup uzaklaştırıldıktan sonra L elektroskopu,

- Negatif yüklenmiştir       Pozitif yüklenmiştir       Nötrdür       Bilmiyorum

Cevabınızı açıklayınız:

.....  
.....

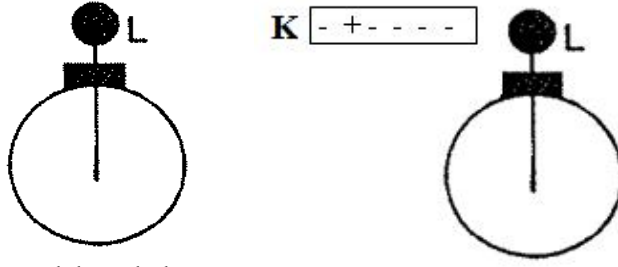
c) K çubuğu L elektroskopuna dokundurulmadan önce elektroskopun yaprakları kapalıdır. K çubuğu dokundurulduğunda L elektroskopunun yaprakları

- Açılır       Önce açılır sonra kapanır       Değişiklik olmaz       Bilmiyorum

Cevabınızı açıklayınız:

.....  
.....

5.



Nötr L elektroskobu

Şekilde görüldüğü gibi, negatif yüklü K çubuğu nötr elektroskoba değmeyecek şekilde yaklaştırılmaktadır. Buna göre;

a) K çubuğu L elektroskobuna yaklaştırıldığında K çubuğunun yükünde değişiklik olmuş mudur?

Evet

Hayır

Bilmiyorum

Cevabınızı açıklayınız:

.....  
.....

b) K çubuğu L elektroskobuna yaklaştırıldığında L elektroskobunun topuzu,

Negatif yüklenmiştir

Pozitif yüklenmiştir

Nötrdür

Bilmiyorum

Cevabınızı açıklayınız:

.....  
.....

c) K çubuğu L elektroskobuna yaklaştırıldığında L elektroskobunun yaprakları,

Negatif yüklenmiştir

Pozitif yüklenmiştir

Nötrdür

Bilmiyorum

Cevabınızı açıklayınız:

.....  
.....

d) K çubuğu L elektroskobuna yaklaştırıldığında L elektroskobunun yaprakları,

Açılır

Önce açılır sonra kapanır

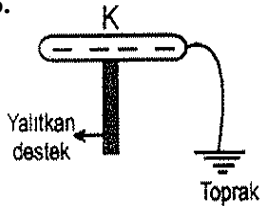
Değişiklik olmaz

Bilmiyorum

Cevabınızı açıklayınız:

.....  
.....

6.



Şekilde görüldüğü gibi, yalıtkan destek üstündeki negatif yüklü K iletkeni bir süre topraklandıktan sonra toprak bağlantısı kesilirse, K cismi,

Negatif yüklenmiştir

Pozitif yüklenmiştir

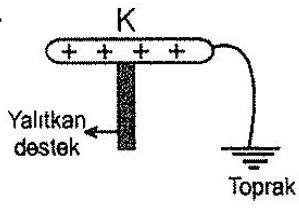
Nötrdür

Bilmiyorum

Cevabınızı açıklayınız:

.....  
.....

7.



Şekilde görüldüğü gibi, yalıtkan destek üstündeki pozitif yüklü K iletkeni bir süre topraklandıktan sonra toprak bağlantısı kesilirse, K cismi,

Negatif yüklenmiştir

Pozitif yüklenmiştir

Nötrdür

Bilmiyorum

Cevabınızı açıklayınız:

.....  
.....

## 7. KAYNAKLAR

- [1] Efe, S., Üç aşamalı soru tipi geliştirilerek ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin ses konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Balıkesir, (2007).
- [2] Milli Eğitim B, İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi; 6, 7, 8. Sınıflar Öğretim Programı, Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi, Ankara, (2006).
- [3] Seçer, S., 6.sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki alternatif kavramlarının belirlenmesi ve kavramsal gelişimin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Balıkesir, (2008).
- [4] Gürdal, A., Şahin, E., Çağlar, A., Fen Eğitimi; İlkeler, Stratejiler ve Yöntemler, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Yayınları, İstanbul, (2001)
- [5] Kaptan, F., Fen Bilgisi Öğretimi, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, (1999).
- [6] Çepni, S., Ayas, A., Özmen, H., Yiğit, N., Akdeniz, A., Ayvacı, H. “Fen ve Teknoloji Öğretimi” PegemA Yayıncılık, (2005).
- [7] Senemoğlu, N., Gelişim ve Öğrenme ve Öğretim, Gazi Kitabevi, Ankara, (2003).
- [8] Driver, R., Guesne, E. ve Tiberghien, A., Children’s ideas in science (6th Ed.), Open University Press: Milton Keynes, (1985).
- [9] Gabel, D.L., Samuel, K.V.ve Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, **64**, 695–697.
- [10] Taber, K. S., “Students’ understanding of ionic bonding: Molecular versus electrostatic framework.” *School Science Review*, **78**, (1997), 85–95.
- [11] Kabapınar, F., “Öğrencilerin kimyasal bağ konusunda ki kavram yanlışlarına ilişkin literatüre bir bakış I: molekül içi bağlar”, *Millî Eğitim Dergisi*, **176**, (2007), 18-35
- [12] Osborne, R.J., Bell, B.F., Gilbert, J.K., “Science teaching and children’s views of the world”, *European Journal of Science Education*, **5**, (1983), 1–14.
- [13] Burbules, N.C., Linn, M.C. “Response to contradiction: Scientific reasoning during adolescence”, *Journal of Educational Psychology*, **80**, (1988), 67–75.

- [14] Viennot, L., “Spontaneous reasoning in elementary dynamics.”, *European Journal of Science Education*, **1**, 2, (1979), 205-221.
- [15] Driver, R., Easley, J., “Pupils and paradigms: a review of literature related to concept Development in adolescent science students”, *Studies in Science Education*, **5**, (1978), 61-84.
- [16] Nakhleh, M.B., “Why some students do not learn chemistry? Chemical misconceptions”, *Journal of Chemical Education*, **69**, (1992), 191–196.
- [17] Nussbaum, J., Novak, J.D., “An assessment of children’s concepts of the earth utilizing structured interviews”, *Science Education*, **63**, (1976), 83–93.
- [18] Wessel, W., “Knowledge Construction in High School Physics: A Study Student Teacher Interaction.” Saskatchewan School Trustees Association Research Centre Report, (1999).
- [19] Gülçiçek, Ç., Yağbasan, R., “Fen Eğitiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması”, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **1**, 13, (2003), 102-120.
- [20] Çiğdemtekin, B., Fizik eğitiminde elektrostatik konusu ile ilgili kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik bir karikatüristik yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, (2007)
- [21] Alptekin, T., Lise 2.sınıf öğrencilerinin Newton’un hareket kanunları ile ilgili kavram yanılgıları, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Erzurum, (2006)
- [22] Cohen, R., Eylon, B., Ganiel, U., “Potential Difference and Current in Simple Electric Circuits: A Study of Students’ Concepts,” *American Journal of Physics*, **51**, (1983), 407–412.
- [23] Shipstone, D. M., “A Study of Children’s Understanding of Electricity in Simple dc Circuits,” *Eur. J. Sci. Educ.* **6**, (1984), 185–198
- [24] Kärrqvist, C., “The development of concepts by means of dialogues centered on experiments.”, *Aspects of Understanding Electricity*, (1985), 215–226.
- [25] Shipstone, D. M., Rhöneck, C.v., Kärrqvist, C., Dupin, J., Johsua, S., Licht, P. “A study of student’s understanding of electricity in five european countries” *International journal of science education*, **10**, 3, (1988), 303-316.
- [26] Licht, P., “Teaching electrical energy, voltage ve current: An alternative approach” *Physics Education*, **26**, (1991), 272-277.

- [27] Heller, P. M., Finley, F.N., “Variable uses of alternative conceptions: A case study in current electricity.”, *Journal of Research in Science Teaching*, **29**, 3, (1992), 259-275.
- [28] McDermott, L. C., Shaffer, P. S., “Research as a Guide for Curriculum Development: An Example from Introductory Electricity. I. Investigation of Student Understanding,” *Am. J. Phys*, **60**, (1992), 994–1003
- [29] Borges, A. T., Gilbert, J. K. “Mental models of electricity”. *International Journal of Science Education*, **21**, (1999), 95–117.
- [30] Thacker, B. A., Ganiel, U. ve Boys, D., “Macroscopic phenomena and microscopic processes: student understanding of transients in direct current electric circuits”, *American Journal of Physics*, **67**, (1999), 25–31.
- [31] Asomi, N., King, J. ve Monk, M., “Tuition and memory: mental models and cognitive processing in Japanese children's work on DC. electrical circuits.” *Research in Science and Technological Education*, **18**, 2, (2000), 141–155.
- [32] Sencar, S., Yılmaz, E.E. ve Eryılmaz, A., “High school students' misconceptions about simple electric circuits.”, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **21**, (2001), 113–120.
- [33] Sönmez, G., Geban, Ö. ve Ertepinar, H., “Altıncı sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavramları anlamalarında kavramsal değişimin etkisi.” *Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri*, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, (2001), 35–38.
- [34] Pardhon, H. ve Bano, Y., “Science teachers' alternative conceptions about direct currents”, *International Journal of Science Education*, **23**, 3, (2001), 301-318.
- [35] Örgün, E., Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarında yapıcı öğretim yaklaşımının etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2002).
- [36] Dilber, R. ve Düzgün B., “Lise öğrencilerinin basit elektrik devreleri hakkındaki kavram yanlışları üzerine bir çalışma”, *Türkiye F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **15**, 3, (2003), 349–358.
- [37] Küçüközer, H., “Lise 1 öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusyla ilgili kavram yanlışları” *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, **25**, (2003), 142-148.
- [38] Eylon, B. S., Ganiel, U.,” Macro-micro relationships: the missing link between electrostatics and electrodynamics in students' reasoning”, *International Journal of Science Education*, **12**, (1990), 79–94.
- [39] McMillan, C., Swadner, M., “Novice use of qualitative versus quantitative problem solving in electrostatics”, *Journal of Research in Science Teaching*, **28**, (1991), 661–670.

- [40] Törnkvist, S., Pettersson, K. A., Tranströmer, G. “Confusion by representation: on student’s comprehension of the electric field concept”, *American Journal of Physics*, **61**, (1993), 335–338.
- [41] Rainson, S., Transtromer, G., Viennot, L. “Students’ understanding of superposition of electric fields”, *American Journal of Physics*, **62**, (1994), 1026–1032.
- [42] Harrington R. R., An investigation of student understanding of electric concepts in the introductory university physics course, PhD Dissertation University of Washington, Seattle, WA (1995)
- [43] Guruswamy, C., Somars, M. D., Hussey, R. G., “Students’ understanding of the transfer of charge between conductors”, *Physics Education*, **32**, (1997), 91–96.
- [44] Furio, C., Guisasola, J., “Difficulties in learning the concept of electric field”, *Science Education*, **82**, (1998), 511–526.
- [45] Park, J., Kim, K. I., Kim M., Lee M., “Analysis of students’ processes of confirmation and falsification of their prior ideas about electrostatics”, *International Journal of Science Education*, **23**, 12, (2001), 1219- 1236
- [46] Savelsbergh, E., R, Jong, T., Ferguson-Hessler, M. G. M., “Situational knowledge in physics: the case of electrodynamics”, *Journal of Research in Science Teaching*, **29**, (2002), 928–951.
- [47] Başer, M., Effect of instruction based on conceptual change activities on students’ understanding of electrostatics concepts, Doktora Tezi, The Middle East Technical University, The Department Of Secondary Science And Mathematics Education, Ankara, (2003)
- [48] Saarelainen, M., Hirvonen, P. E., “Designing a teaching sequence for electrostatics at undergraduate level by using educational reconstruction” *American Journal of Physics Education*, **3**, 3, (2009), 518–526.
- [49] Galili, I., “Perplexity of the field concept in teaching-learning aspect, The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics Ithaca, NY, (1993)
- [50] Caillot, M., Xuan, A. N., Adults’ misconceptions in electricity, in: The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Ithaca, NY, (1993)
- [51] Siegel, A. M., Lee, J. A. C. “ ‘But electricity isn’t static’: science discussion, identification of learning issues, and use of resources in a problem-based learning education course”, Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO., (2001)

[52] Sanger, M. J., Greenbowe, T. J. An analysis of college of chemistry textbooks as sources of misconception and errors in electrochemistry, *Journal of Chemistry Education*, **76**, 6, (1999), 853–860.

[53] Yıldırım A., H. Şimşek “Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri”, Seçkin Yayınevi, Ankara, (2005), 227.