

İLKÖĞRETİM 6., 7. ve 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTRİK AKIMI KONUSUNDA SAHİP OLDUKLARI KAVRAM YANILGILARI

Halil İbrahim YILDIRIM, Necati YALÇIN, Önder ŞENSOY
Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi A.B. Dalı, Ankara.

Süleyman AKÇAY
Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi ABD, Kastamonu.

Özet

Bu araştırma, ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin fen bilgisi müfredatında yer alan elektrik akımı konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için, elektrik konusunda 28 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan bir kavram testi geliştirilmiştir. Test, Ankara İl Merkezindeki 12 ilköğretim okulunun 6., 7. ve 8. sınıflarında öğrenim gören 1162 öğrenciye uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin elektrik akımı hakkında çok sayıda kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca devreye direnç eklenerek devrede değişiklik yapıldığında, öğrenciler devredeki akımın değişimini anlamakta güçlük çekmektedirler ve bununla ilgili kavram yanlışlarına sahiplerdir. Araştırmanın önemli bir sonucu ise 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin elektrik konusunda benzer kavram yanlışlarına sahip olmalarıdır. Buna dayanarak, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını doğruları ile değiştirerek düzeltmek oldukça güçtür ve öğrenciler bu değişime direnç gösterirler. Bu nedenle fen eğitiminde geleneksel öğretim yöntemleri yerine, kavram yanlışlarını giderebilecek ve oluşumunu engelleyebilecek öğretim yöntemleri kullanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi, Elektrik akımı, Kavram yanlışlığı.

A SURVEY STUDY OF 6th, 7th AND 8th GRADE STUDENTS' MISCONCEPTIONS IN ELECTRIC CURRENT

Abstract

This research study was conducted in order to identify sixth, seventh and eight grade students' misconceptions in electric current. For this purpose, a conceptual test was developed, which consists of 28 multiple-choice items. This test was administered to 1162 students in 12 middle schools in metropolitan Ankara. The data analysis shows that the students demonstrated a number of misconceptions about electric current and its use. Students showed difficulty in analyzing and understanding new situations when an additional resistance is put in existing circuit. It is also found that the students had misconceptions associated with such changes made in circuits. It is found that misconceptions similar to those observed in 6th grade students are also prevalent among 7th and 8th grade students. This supports the earlier findings that misconceptions are persistent and resist to change. Therefore instead of traditional teaching methods in science education, teaching methods should be used which can eliminate misconceptions and prevent the formation of misconceptions.

Key Words: Science Education, Electric current, Misconceptions.

1. Giriş

Etkili bir fen eğitimi öğrencileri ezberle teşvik etmek yerine kavramların anlamlı öğrenilmesini sağlamak ile gerçekleşebilir. Aksi takdirde, öğrenilen yani ezberlenen bilgi zihinde uzun süre muhafaza edilemez ve yeni kavramlar öğrencinin bilişsel yapısına tam olarak yerleşemez. Anlamlı öğrenme, yeni öğrenilen bilgilerin önceden öğrenilenlerle ilişkilendirilmesi ve yeniden yapılandırılması ile gerçekleşebilir. İşte; bu anlamlı öğrenme sürecinin sağlıklı bir şekilde gerçekleşebilmesi için, öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların özellikle de yanlış kavramların anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesindeki olumsuz etkisiyle mücadele edilmesi gerekir (1).

Eğitim alanında yapılan araştırmalar göstermiştir ki; en iyi öğretmenlerin, en iyi performanslarına rağmen öğrenciler çoğunlukla fen bilimlerindeki merkezi kavramları anlamada başarısızdırlar. Buna ek olarak, kavramdaki zorluklar geniş ölçeklidir ve yalnızca düşük kabiliyetteki öğrencilerle sınırlı olmayıp, en iyi okullardan mezun olanlar bile benzer problemleri yaşarlar. Kavramsal zorluklar, öğrenmenin normal birer parçasıdır ve kavram yanlışları doğal objeler ve olaylar hakkında anlamlar oluşturmak için, öğrencilerin denemelerinin tipik özellikleridir (2).

Genel olarak yanlış öğrenme ya da yanlış kavrama denilen terim, bir kavramın bilimsel anlamından farklı olarak algılanmasını ve kullanılmasını ifade eder. Öğrencinin sahip olduğu yanlış bir kavram, daha sonraki öğrenmeler üzerinde bozucu bir etki yapar ve öğrenci anlaması gereken yeni bilgileri sahip olduğu kavramsal yapılara bağlayamaz. Böylece, kavram eksikliği ya da yanlış kavrama olarak isimlendirilen durumlar ortaya çıkar. Öğrencilere çözmeleri amacıyla bir problem verildiğinde, problemin içerdiği kavramları anlamak zorundadırlar. Öğrencilerin düşünceleri, uzmanlar tarafından kabul edilen tanımlamalar ve anlamlardan farklılaştığı zaman, sık sık anlamlı öğrenmede zorluklar ortaya çıkmaya başlar (3).

Öğrenciler ilk kez fen sınıflarına katıldıklarında kavram yanlışlarına neden olan bazı içgüdüsel inançlara sahiptirler. Bu inançlar literatürde; “ön kavramlar”, “alternatif kavramlar”, “kavram yanlışları”, “çocukların bilimsel içgüdüleri”, “çocukların bilimi”, “genel duyu kavramları”, “kendiliğinden oluşan bilgiler” olarak adlandırılmıştır. Buna ilaveten literatürde “saf kavramlar”, “alternatif çatılar”, “sezgisel veya içten gelen kavramlar”, “doğal muhakeme”, “saf inanışlar”, “yanlış anlamalar”, “alternatif yorumlar” şeklinde yanlış kavramaları temsil eden ifadeler de kullanılmaktadır. Burada verilen terimler ve ifadeler arasında küçük farklar bulunmaktadır (4, 5). Bu araştırmada “yanlış kavrama” ve “kavram yanlışları” terimleri kullanılmıştır.

Yapılan araştırmalar, çocukların küçük yaşlarda dünyayı kendi deneyimleri ile tanıyarak, zihinlerinde bilimsel gerçeklerden farklı bir düşünme süreci oluşturduklarını göstermiştir. Çocuklar hayatlarının erken dönemlerinde pek çok temel kavramı öğrenmeye, yapılandırmaya başlarlar ve okula zihinlerinde oluşmuş çeşitli kavramlarla gelirler (6). Bu kavramları, yaşamlarının her yönü ile ilgili günlük deneyimlerinden kazanırlar. Örneğin; fiziksel aktivitelerden, çevrelerindeki kişilerden yada medyadan öğrenme yolu ile oluştururlar (7). Öğrenciler kendi kavramlarını kendileri inşa ettikleri için, onların kavramları eğitimcilerin sahip olduğu ve onlara sunmaya çalıştığı kavramlardan farklı olduğunda kavram yanlışları oluşur (8).

Piaget'e göre kavram yanılgıları bir yapı gibidir ve birbiri üzerine eklenir. Kavram yanılgıları bilgi eksikliğinden oluşan bir boşluk gibi başlar ve bu boşluk öğrencilerin sahip oldukları bilimsel olmayan bilgiler ve yaşanan deneyimler ve en önemlisi öğretmenler tarafından verilen niteliksiz öğretim ile rasgele dolar. Öğrenciler tarafından bu şekilde elde edilen bilgiler bir yere kadar başarılı olabilir ancak bir noktadan sonra bu olay öğrencilerde kavram yanılgısı olarak ortaya çıkar (9).

Kavram yanılgılarının en önemli özelliği, öğrenciler için bir bilgi niteliği taşımaları ve öğrencilerin bu yanlış kavramaları diğer bilgilerden farklı görmemesidir (9). Öğrenciler tarafından yapılan her yanlış, yanlış kavrama olarak değerlendirilmemelidir. Yanlış ve yanlış kavrama terimleri, birbirinden tamamen farklı anlamlar içermektedir. Öğrenciler genellikle yanlış kavramalara kuvvetlice ısrarla ve inatla bağlı kalma eğilimindedirler. Onlardan kolaylıkla vazgeçemezler. Bundan dolayı yanlış kavramalar, öğrencilerin kendileri tarafından kabul edilen bir kavramla açıklandığı zaman farkına vardıkları "yanlış"lardan ayrılır (10).

Fen bilgisi öğretiminde "Çocukların Bilimi"ndeki kavram yanılgılarını ortaya çıkartarak düzeltmenin önemi büyüktür. Eğer fen bilgisi dersleri işlenirken, öğrencilerin nesnelere ve olaylar hakkındaki kavram yanılgıları ortaya çıkarılıp, düzeltilmezse; öğrenciler çevrelerindeki gelişen olayları yine önceden sahip oldukları ve değiştirmedikleri yanlış kavramalarla açıklamaya çalışacaklardır. Öğrenciler sahip oldukları bu yanlış kavramaları değiştirme hususunda ise genellikle çok tutucudurlar ve değişikliğe direnç gösterirler. Bu durum, onların doğru kavramları öğrenmelerine engel oluşturmaktadır. (11). Kavram yanılgılarının kalıcı ve süregelen olmasından dolayı, geleneksel öğretim yöntemleri ile giderilmesi güç olmakta ve aynı zamanda öğrencinin doğru kavramları geliştirmesinde engelleyici olmaktadır (12). Eğer öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenebilirse, öğretmenler öğrencilerin bu geçersiz veya uygun olmayan kavram ve fikirlerini değiştirmek için öğretim stratejileri planlayabilirler ve sınıflarında anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi ihtimalini artırabilirler (13).

Elektrik Konusundaki Kavram Yanılgıları İle İlgili Bazı Araştırmalar

Cohen, Eylon ve Ganiel (1983), öğrencilerin basit devrelerde potansiyel fark ve akım kavramlarını algılayış biçimlerini incelemişlerdir. Araştırma elektrik eğitimi almış, kaliteli okullardan seçilmiş ve deneyimli fizik öğretmenlerine sahip 15 ile 18 yaşları arasındaki 9, 11 ve 12. sınıflardan 191 öğrenci ile 21 fizik öğretmenine uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin potansiyel farkı akımın bir nedeni değil de sonucu olduğu şeklinde yanlış bir anlayışa ve "pil sabit bir akım kaynağıdır" gibi kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrenciler devrede yapılan değişikliğin diğer devre elemanları üzerindeki etkisini (tüm devrenin potansiyel farkı, akım ve direncindeki değişimi) algılamakta zorlanmaktadırlar. Ayrıca fizikte iyi derece alan ve ileri fizik eğitimi almış öğretmenler arasında bile kavram kargaşası, kavram yanılgılarının düzeltilmemiş olduğu gözlemlendiğinden, bu kavramsal sorunların ve kavram yanılgılarının üniversite derslerine taşınmasının gerekliliği vurgulanmıştır (14). Dupin ve Johsua (1987), ortaokulun başlangıcından, üniversitenin 4. sınıfına kadar olan öğrenim

kademelerindeki 920 kişilik Fransız öğrenci grubunun elektrik devreleri hakkındaki düşüncelerini, bu düşüncelerin yapısı ve gelişimini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda; en basit kavram yanlışları (ampulün yanabilmesi için ampul ile pil arasında yalnızca bir bağlantı olmasının yeterli olduğu) öğretimle giderilmiş, ancak daha güçlü olan kavram yanlışlarının (elektrik akımının tükenmesi, pilin sabit akım kaynağı olması) birçok yıl süren eğitim sonrasında bile giderilemediği ve varlığını koruduğu belirlenmiştir (15). Shipstone (1988), İngiltere, Fransa, Hollanda, İsveç ve Batı Almanya'da 15-17 yaşları arasındaki 395 öğrencinin elektrik konusundaki temel kavramları ne şekilde ve ne kadar anladıklarını incelemiştir. Araştırmacılar, ülkelerindeki nüfusu temsil eden, temel elektriksel kavramlarla ilgili eğitim almış örneklemi oluşturmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, ülkeler arasında aynı öğrenme güçlüklerine rastlanmış ve bilişsel yapı içerisinde bu öğrenme güçlüklerine doğal bir yakınlığın var olduğu gözlenmiştir (16).

Millar ve King (1993); elektrik konusunu işlemiş ve random yöntemi ile seçilen 15 yaşındaki 175 öğrencinin iki dirençten oluşan seri devrelerde voltaj kavramını ne kadar anladıklarını ölçmüş ve voltaj kavramının nasıl öğretilbileceğine ilişkin önerilerde bulunmuşlardır. Araştırmanın sonucunda 15 yaş grup öğrencilerinin basit seri devrelerde voltaj kavramını çok iyi anlamadıkları ve devrenin bir noktasındaki değişikliğin tüm devreyi etkileyeceği gerçeğini anlamakta güçlük çektikleri belirlenmiştir (17). Chambers ve Andre (1997), doğru akım temel kavramlarının öğrenilmesi ile cinsiyet, ilgi alanı, elektrik alanındaki tecrübe ve kavramsal değişim metinleri kullanımının ilişkisini araştırmışlardır. Araştırma elektrikle ilgisi ve tecrübesi az ya da çok olan, elektrik konusunda geleneksel ya da kavramsal değişim metinleri okumuş 206 erkek ve kız öğrencilerden oluşturulan deney ve kontrol grubuna uygulanmıştır. Kontrol grubuna elektrik konusunda hazırlanan geleneksel metinler, deney grubuna ise kavramsal değişim metinleri verilmiştir. Araştırmanın sonucunda; verilerin analizine ilgi seviyesi, tecrübe ve önceki bilgiler katılmadığı zaman hem cinsiyet hem de metin türü doğru akımın temel kavramlarını öğrenmede belirgin bir etki göstermiştir. Analize ilgi seviyesi, tecrübe ve önceki bilgiler katıldığı zaman; elektrik kavramlarının anlaşılmasında kavramsal değişim metinlerinin geleneksel metinlerden daha faydalı olduğu ve cinsiyet faktörünün etkisinin ortadan kalktığı görülmüştür (18). Sönmez, Geban ve Ertepinar (2001), 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavramları anlamalarında, kavramsal değişim yaklaşımı destekli öğretim yönteminin etkisini incelemiştir. Bu çalışma, bir ilköğretimin okulunun 6. sınıflarından deney ve kontrol grubu oluşturularak aynı öğretmen tarafından bir ay süre ile uygulanmıştır. Kontrol grubuna geleneksel öğretim teknikleri uygulanırken, deney grubuna geleneksel öğretim yöntemlerine ek olarak kavram yanlışlarını, delillere yok etmeye yönelik metinler dağıtılmış ve bu metinler tartışma ağı metodu ile pekiştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda, deney grubu öğrencilerinin kavram yanlışlarında kontrol grubu öğrencilerine göre önemli bir azalma gözlenmiştir (19). Sencar, Yılmaz ve Eryılmaz (2001), lise birinci sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarını incelemiştir. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin basit elektrik devreleri konusunda önemli ölçüde kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir (20).

Literatür taraması ile ulaşılan kaynakların incelenmesi sonucunda, elektrik konusunda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları modelleri aşağıda verilmiştir.

1. Batma Modeli (Sink Model): Öğrenciler; güç kaynağı ile elektrik aleti arasındaki tek bir kablo bağlantısının, güç kaynağındaki elektriğin alete gitmesini ve onun çalışmasını sağladığını ve orada akımın yok olduğunu düşünmektedirler. Bu modelde geri dönüş yolunda akım yoktur. Genellikle bataryanın tek ucu aktif olarak kabul edilir (18, 21, 7).

2. Çarpışan Akım Modeli (Crashing Current Model): Öğrenciler; bataryanın (+) kutbundan ve (-) kutbundan çıkan akımların elektrik aletine gittiğini ve orada çarpışmaları sonucunda aletin çalıştığını düşünmektedirler (22, 18, 7).

3. Zayıflayan Akım Modeli (Weakening Current Model): Öğrenciler, akımın devrede bir yönde hareket ettiğini ve devredeki cihazların her birinin akımı kullanmaları nedeniyle, her seferinde her cihazdan sonra akımın zayıfladığını düşünmektedirler. Yani bataryanın bir kutbundan çıkan akım devredeki cihazlar tarafından tüketilir ve akım azalır (22, 18, 7).

4. Paylaşılan Akım Modeli (Shared Current Model): Öğrenciler, akımın devrede bir yönde hareket ettiğini ve devredeki cihazların akımı eşit olarak paylaştıklarını fakat güç kaynağına daha az akım döndüğünü düşünmektedirler (22, 18, 7).

5. Lokal Düşünme: Bir elektrik devresinde bir devre elamanında değişiklik yapıldığında (devreye direnç eklemek veya çıkarmak gibi), öğrenciler genellikle değişiklik yapılan noktaya odaklanırlar. Halbuki bir noktadaki değişikliğin, tüm devreyi etkilediğini göz ardı ettiklerinin farkında değildirler (14, 22).

6. Kısa Devre Önyargısı: Öğrenciler, bir devrede üzerinde cihaz olmayan bir kablo bağlantısının devre içerisinde göz ardı edilmesi gerektiğini düşünmektedirler (16).

7. İkel Kural: Öğrenciler, ampul ile güç kaynağı arasındaki uzaklık arttıkça ampulün parlaklığının azalacağını düşünmektedirler (22).

8. Sabit Akım Kaynağı: Öğrenciler, bataryayı sabit bir voltaj kaynağı olarak değil de sabit bir akım kaynağı olarak görmektedirler (14, 22, 23).

9. Direnç ve Toplam Direnç: Öğrenciler, devreye direnç eklendiğinde, dirençlerin bağlanma şekline bağımsız olarak toplam direncin artacağını düşünürler (18).

10. Sıralı Analiz: Eğer bir devrede bir eleman değiştirilirse, öğrenciler devreyi akım orayı geçmeden önce ve akım orayı geçtikten sonra şeklinde incelerler (22).

Fen eğitiminin amaçları ve kendine özgü doğası göz önüne alındığında, etkili bir fen eğitimi, bilginin ezber olarak değil de kavramlar düzeyinde anlamlı öğrenilmesi ile gerçekleşebilir. Ancak kavramların anlamlı öğrenilmesinde en büyük engel öğrencilerin zihinlerindeki ilk kavramlar ve yanlış kavramlardır. Bu nedenle bilginin yapıtaşları olan kavramların öğrenciler tarafından ne şekilde algılandığı, öğrencilerin sahip oldukları ilk kavramlar ve kavram yanlışlarının belirlenmesi, kavram yanlışlarının oluşumlarının engellenmesi ve bunların düzeltilmesi etkili bir fen eğitiminin ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesinin vazgeçilemez bir şartı olmuştur. Buna bağlı olarak

öğrencilerin ilk kavramlar ve kavram yanlışlarının belirlenmesi, kavram yanlışlarının oluşumlarının engellenmesi ve düzeltilmesinde etkili stratejilerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması, fen eğitimine önemli ölçüde fayda sağlayacaktır (24).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırma, ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersi müfredatında geniş bir şekilde yer alan elektrik konusundaki temel kavramları nasıl algıladıklarını ve bu konu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemek ve bunların giderilmesi için çözüm önerileri üretmek amacıyla yapılmıştır. Ancak bu çalışmada sadece elektrik konusunda akım hakkında öğrencilerin kavram yanlışlarının tartışılması amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için bu çalışmada, Elektrik Kavram Testi'ndeki akım konusu ile ilgili sorulara verilen öğrenci cevapları ayrıntılı olarak analiz edilmiş ve elde edilen bulgular yorumlanmıştır. Bulgular ve yorum bölümünde ise testteki 28 sorudan yalnızca 4 soruya yer verilebilmiştir.

2. Yöntem




2.1. Araştırmanın Tasarımı

Araştırma tarama modelindedir. Tarama modelleri, geçmişte veya halen var olan bir durumu var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır (25).

2.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu; Ankara İl Millî Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı 12 ilköğretim okulunun 6., 7. ve 8. sınıflarında öğrenim gören 1162 öğrenci oluşturmaktadır.

Tablo 1. Öğrencilerin Öğrenim Gördükleri Sınıflara Göre Dağılımı

Sınıf	Öğrenci Sayısı	Yüzde
6	433	 % 37,3
7	464	 % 39,9
8	265	 % 22,8

2.3. Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi

Bu çalışmada ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin, elektrik konusunda sahip olabilecekleri kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla, 28 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan bir kavram testi geliştirilmiştir. Her bir soru dört seçenektir. Literatür taraması sonucunda ulaşılan ilgili kaynaklar, incelenip değerlendirildikten sonra fen bilgisi öğretmenlerinin görüşlerinden de faydalanılarak test oluşturulmuştur. Bu testte; elektrik konusunda doğru akım devreleri ve elektrikle ilgili temel kavramlara

yer verildi. Basit doğru akım devreleri, özdeş ampullerden oluşan ve özdeş olmayan ampullerden oluşan seri bağlı elektrik devreleri, özdeş ampullerden oluşan ve özdeş olmayan ampullerden oluşan paralel bağlı elektrik devrelerini içeren sistemlerde öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi amacıyla sorular geliştirilmiştir. Test maddelerinin cevaplarının işleme dayalı olmamasına ve özellikle öğrencilerin araştırma konusunda mevcut kavram yanlışlarını ortaya çıkarmasına, öğrencilerin seviyesine uygun olmasına ve fen bilgisi dersi müfredatı içerisinde yer almasına dikkat edilmiştir.

Elektrik kavram testindeki maddelerin öğrencilere uygunluğunun belirlenebilmesi için test maddeleri çeşitli işlemlerden geçirilmiştir. Hazırlanan soruların ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerin öğrenme seviyelerine ve yazım kurallarına uygunluğu ve öğrencilerin sahip olabilecekleri kavram yanlışlarını ne derecede ortaya çıkarabileceği uzman görüşlerine başvurularak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Başlangıçta 34 madde olarak hazırlanan test, bir ilköğretim okulunun 6. sınıflarından 50 öğrenciye uygulanmıştır. Elde edilen verilerle testin madde analizi yapılarak, soruların güçlük ve ayırt etme indeksleri hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre bazı maddelerin soru köklerinde bazı maddelerin ise seçeneklerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Ayırt etme indeksi 0,19'dan daha düşük olan 6 madde ise testten çıkarılarak soru sayısı 28'e indirilmiştir. Bu istatistik işlemlerin sonunda testin geçerliliği, kapsam geçerliliği açısından incelenmiştir. Hazırlanan çoktan seçmeli test, fen eğitimcileri tarafından incelenerek, araştırmanın amacına uygun olduğuna ve araştırmanın konusu ile ilgili kavram yanlışlarını araştırdığı, yani kapsam geçerliliği olduğuna karar verilmiştir. Bu aşamadan sonra en son halini alan testin (28 maddeye indirilen test) güvenilirliğinin belirlenmesi amacıyla test 60 6. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Elde edilen verilerle testin KR-20 formülüne göre güvenilirlik katsayısı 0,74 olarak hesaplanmıştır. Bu güvenilirlik katsayısının yeterliliği konusunda başvuru uzman görüşleri, 0,74 katsayısının yeterli olduğu yönündedir.

2.4. Araştırmanın Uygulanması

Elektrik Kavram Testi; Ankara İl Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı 12 farklı ilköğretim okulunun rasgele seçilen 6., 7. ve 8. sınıflarında öğrenim gören toplam 1162 öğrenciye gerekli izinler alınarak, ikinci dönem (Mayıs-Haziran aylarında) uygulandı. Testin Mayıs ve Haziran aylarında uygulanmasının nedeni, elektrik konusunun 6. sınıf ikinci döneminin ilk aylarında işlenmiş olmasıdır.

2.5. Verilerin Analizi

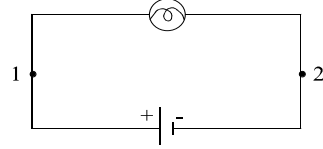
Doğru cevap 1, yanlış cevap ise 0 şeklinde puanlandırılmıştır. Öğrencilerin cevapları SPSS isimli istatistik programına girilerek veri oluşturulmuş ve analiz edilmiştir. Her soru için öğrencilerin verdikleri cevapların seçeneklere, sınıf seviyesine ve toplam öğrenci sayısına göre frekans ve yüzde değerleri öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenebilmesi için hesaplanmış ve bulgular elde edilmiştir.

3. Bulgular ve Yorumlar

Araştırmacı tarafından geliştirilen testte akım konusu ile ilgili 19 madde bulunmaktadır. Bu sorularla öğrencilerin basit elektrik devrelerinde, seri bağlı elektrik devrelerinde ve paralel bağlı elektrik devrelerinde akım hakkında sahip oldukları yanlış kavramaların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin verdikleri cevapların istatistik analizi yapılmış ve elde edilen bulgular tablolar halinde verilmiştir. Araştırmada ulaşılan bulgular öğrencilerin akım hakkında sahip oldukları kavram yanlışlıklarını belirlemek amacıyla yorumlanmıştır. Ancak bu bölümde testteki akımla ilgili 19 sorudan yalnızca 4 soruya yer verilebilmiştir.

a) 1. Soru İçin Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar

Soru 1. Yandaki elektrik devresinde ampul yanmaktadır. Şekildeki devreden geçen akım hakkında aşağıda verilen açıklamalardan hangisi doğrudur?



- Akım 1 noktasından 2 noktasına giderken, akımın tamamı ampul tarafından tüketilir.
- Akım 2 noktasından 1 noktasına giderken akımın bir kısmı ampul tarafından tüketilir.
- Akım 1 noktasından 2 noktasına giderken akımın bir kısmı ampul tarafından tüketilir.
- Akım 1 noktasından 2 noktasına giderken, akım ampul tarafından tüketilmez.

Bu soru ile öğrencilerin basit bir elektrik devresinden geçen akım hakkındaki kavram yanlışlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Birer tane ampul ve pilden oluşmuş basit bir elektrik devresi üzerindeki iki farklı noktadan aynı akım geçtiğini ve akımın tüketilmeden korunacağını belirterek, bu soruyu doğru cevaplayan öğrencilerin oranı % 21,5'dir. Soruyu yanlış cevaplayan öğrencilerin oranı ise % 78,5'dir. Tablo 2'ye göre, akımın 1 noktasından 2 noktasına giderken tamamının ampul tarafından tüketildiğini belirten öğrencilerin oranı % 22,2 iken, akımın bir kısmının tüketildiğini belirtenlerin oranı ise % 38,2'dir. Akımın 2 noktasından 1 noktasına giderken bir kısmının tüketildiğini belirtenlerin oranı ise % 18,1'dir.

Tablo 2. Öğrencilerin 1. Soruya Verdikleri Cevapların İstatiksel Analizi

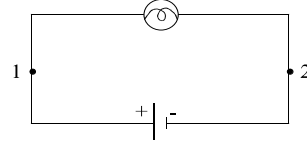
Seçenek Sınıf	a		b		c		d*		N
	f	%	f	%	f	%	f	%	
6	77	17,8	88	20,3	157	36,3	111	25,6	433
7	124	26,7	80	17,2	173	37,3	87	18,8	464
8	57	21,5	42	15,9	114	43,0	52	19,6	265
Toplam	258	22,2	210	18,1	444	38,2	250	21,5	1162

“*” : Doğru cevap seçeneği

Sonuç olarak öğrencilerin % 22,2'sinin "Basit bir elektrik devresinden geçen akımın tamamen ampul tarafından tüketildiği" kavram yanlışına sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin % 56,3'ününse "Basit bir elektrik devresinden geçen akımın bir kısmının ampul tarafından tüketildiği" kavram yanlışına sahip oldukları söylenebilir. Bu yanlış kavrama sahip öğrencilerin % 18,1'lik kısmı akımın 2 noktasından 1 noktasına giderken bir kısmının tüketildiği cevabını vermeleri nedeniyle, bu öğrencilerin akımın yönü ile elektronun yönünü karıştırdıkları ile sürülebilir.

b) 2. Soru İçin Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar

Soru 2. Yandaki elektrik devresinde ampul yanmaktadır. Devredeki ampulün yanmasını açıklayan ifade aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?



- Pilin (+) ucundan gelen akım ile pilin (-) ucundan gelen akım ampulün içinde karşılaşır ve ampul yanar.
- Pilin (-) ucundan gelen akım, ampulün içinden geçerek pilin (+) ucuna ulaşır ve ampul yanar.
- Pilin (+) ucundan gelen akım, ampulün üzerinde tüketilir, pilin (-) ucuna ulaşamaz ve ampul yanar.
- Pilin (+) ucundan gelen akım, ampul üzerinden geçerek pilin (-) ucuna ulaşır ve ampul yanar.

Bu soru ile öğrencilerin bir elektrik devresinde ampulün yanması olayı hakkındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Pilin (+) ucundan gelen akımın ampulün üzerinden geçip pilin (-) ucuna ulaşması ile ampulün yandığını ifade ederek, bu soruyu doğru cevaplayan öğrencilerin oranı % 30,7'dir. Bu soruyu yanlış cevaplayan öğrencilerin oranı ise % 69,3'tür.

Tablo 3. Öğrencilerin 2. Soruya Verdikleri Cevapların İstatiksel Analizi

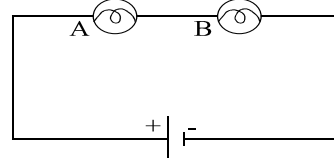
Seçenek Sınıf	a		b		c		d*		N
	f	%	f	%	f	%	f	%	
6	161	37,2	108	25,0	40	9,2	124	28,6	433
7	177	38,1	89	19,2	45	9,7	153	33,0	464
8	104	39,2	58	21,9	23	8,7	80	30,2	265
Toplam	442	38,0	255	22	108	9,3	357	30,7	1162

“*” : Doğru cevap seçeneği

Tablo 3'e göre, öğrencilerin % 38,0'ı "Pilin (+) ucundan çıkan akım ile pilin (-) ucundan çıkan akımın ampul içinde çarpışması sonucunda ampul yanar" kavram yanılışına sahiplerdir. Öğrencilerin % 22'sinin ise "Pilin (-) ucundan gelen akımın ampul üzerinden geçmesi ile ampulün yandığı" gibi yanlış bir kavrayışa sahip oldukları söylenebilir. Öğrencilerin % 9,3'lük oranı ise "Pilin (+) ucundan gelen akımın ampulün üzerinde tamamen tüketilmesi ile ampul yanar" kavram yanılışına sahiplerdir.

c) 3. Soru İçin Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar

Soru 3. Yandaki elektrik devresinde A ve B ampulleri özdeşdir. Her iki ampulde yanmaktadır. Bu göre devrede A ampulünden geçen akım (I_A) ile B ampulünden geçen akım (I_B) arasındaki ilişki hakkında aşağıdaki açıklamalardan hangisi doğrudur?



- A ampulü, üzerinden geçen akımın tamamını tüketir ve B ampulünden akım geçmez. ($I_A > I_B = 0$)
- B ampulü, üzerinden geçen akımın bir kısmını tüketir ve A ampulünden daha az akım geçer. ($I_B > I_A$)
- A ampulü, üzerinden geçen akımın bir kısmını tüketir ve B ampulünden daha az akım geçer. ($I_A > I_B$)
- A ampulü, üzerinden geçen akımı tüketmediği için A ve B ampullerinden aynı akım geçer. ($I_A = I_B$)

Bu soru ile öğrencilerin, özdeş ampullerden oluşan seri bağlı elektrik devrelerinden geçen akım hakkındaki kavram yanılışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Özdeş ampullerin seri bağlı olduğu elektrik devrelerinde A ve B ampullerinden aynı akım geçtiğini ve akımın tüketilmeden korunacağını belirterek, bu soruyu doğru cevaplayan öğrencilerin oranı %43,8'dir. Bu soruyu yanlış cevaplayan öğrencilerin oranı ise % 56,2'dir. Tablo 4'e göre, elektrik devresinden geçen akımın pilin (+) kutbuna yakın olan A ampulü tarafından tamamen tüketildiğini belirtenlerin oranı %11,4; akımın bir kısmının A ampulü tarafından tüketildiğini ifade edenlerin oranı %29,1; akımın bir kısmının pilin (-) kutbuna yakın olan B ampulü tarafından tüketildiğini belirtenlerin oranı %15,7'dir.

Tablo 4. Öğrencilerin 3. Soruya Verdikleri Cevapların İstatistiksel Analizi

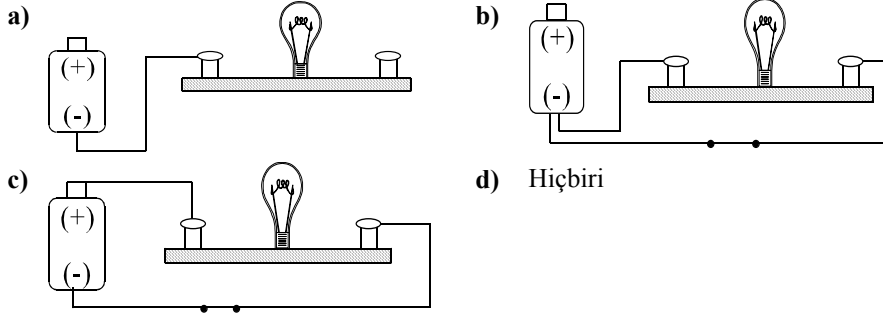
Seçenek Sınıf	a		b		c		d*		N
	f	%	f	%	f	%	f	%	
6	42	9,7	64	14,8	119	27,5	208	48,0	433
7	58	12,5	68	14,7	136	29,3	202	43,5	464
8	33	12,4	50	18,9	83	31,3	99	37,4	265
Toplam	133	11,4	182	15,7	338	29,1	509	43,8	1162

* : Doğru cevap seçeneği

Sonuç olarak; öğrencilerin % 11,4'ünün özdeş ampullerden oluşan seri bağlı elektrik devrelerinden geçen akımın tamamının pilin (+) kutbuna yakın olan ampul tarafından tüketildiği; % 29,1'i ise, akımın bir kısmının pilin (+) kutbuna yakın olan ampul tarafından tüketildiği şeklinde yanlış bir kavrayışa sahip oldukları söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin % 15,7'lik kısmı akımın bir kısmının pilin (-) kutbuna yakın olan ampul tarafından tüketildiği gibi bir yanlış kavrama geliştirdikleri ileri sürülebilir. Öğrencilerin böyle bir yanlış kavrama sahip olmaları, onların akımın yönü hakkında da yanlış bir kavrayışa sahip olduklarını gösterir.

d) 4. Soru İçin Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar

Soru 4. Aşağıdaki şekillerden hangisinde ampul yanar?



Bu soru ile öğrencilerin, basit bir elektrik devresinden akım geçebilmesi için kapalı bir devre yani hem ampule hem de pilin iki kutbuna iki ayrı bağlantı olması gerektiğini fark edebilmeleri ve bu konudaki kavram yanlışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bir elektrik devresinden akımın geçebilmesi için hem anahtar kapalı, hem de ampul ile pilin iki kutbuna iki ayrı bağlantı olması (kapalı devre) gerektiğini kavrayıp; soruya doğru cevap veren öğrencilerin oranı % 71,4'tür. Bu soruyu yanlış cevaplayan öğrencilerin oranı ise % 28,6'dır. Devredeki ampulün yanabilmesi için pilin (-) kutbu ile ampul arasında tek bir bağlantının yeterli olduğunu düşünenlerin oranı % 6,7'dir. Anahtar kapalıyken pilin (-) kutbu ile ampul arasında iki ayrı bağlantının yeterli olacağını ifade edenlerin oranı % 10,4; a, b ve c seçeneklerindeki ampullerin yanmayacağını belirtenlerin oranı ise % 11,5'dir.

Tablo 5. Öğrencilerin 4. Soruya Verdikleri Cevapların İstatiksel Analizi

Seçenek Sınıf	a		b		c*		d		N
	f	%	f	%	f	%	f	%	
6	29	6,7	42	9,7	314	72,5	48	11,1	433
7	25	5,4	57	12,3	328	70,7	54	11,6	464
8	24	9,1	21	7,9	188	70,9	32	12,1	265
Toplam	78	6,7	120	10,4	830	71,4	134	11,5	1162

“*” : Doğru cevap seçeneği

Sonuç olarak; öğrencilerin % 6,7 gibi düşük bir oranı bir elektrik devresinden akım geçebilmesi için ampul ile pilin (-) kutbu arasında tek bir bağlantının yeterli olduğu, % 10,4'ününse bir elektrik devresinden akım geçebilmesi için pilin (-) kutbu ile ampul arasında iki ayrı bağlantının yeterli olduğu şeklinde kavram yanlışlarına sahip oldukları söylenebilir. Öğrencilerin % 11,5'i ise, hiçbiri seçeneğini işaretlediklerinden zihinlerinde kapalı devre kavramının oluşmadığı ileri sürülebilir.

4. Sonuçlar

Elektrik kavram testine öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirilerek öğrencilerin elektrik akımı hakkında sahip oldukları kavram yanlışları belirlenmiştir. İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıflarda öğrenim gören ve elektrik konusu ile ilgili eğitim almış öğrencilerin büyük bir kısmının elektrik akımı konusunda çok sayıda kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ancak öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının yalnızca bir bölümü aşağıda örnek olarak verilebilmiştir.

- Bir elektrik devresinden geçen akımın tamamı, ampul tarafından tüketilir.
- Bir elektrik devresinden geçen akımın bir kısmı, ampul tarafından tüketilir.
- Pilin (+) ucundan gelen akım ile pilin (-) ucundan gelen akımın, ampul içinde karşılaşması sonucunda ampul yanar.
- Pilin (-) ucundan gelen akımın, ampul üzerinden geçmesi ile ampul yanar.
- Pilin (+) ucundan gelen akımın, ampulün üzerinde tüketilmesi ile ampul yanar.
- Bir elektrik devresinden akım geçebilmesi için, ampul ile pilin (+) kutbu veya pilin (-) kutbu arasında yalnızca bir bağlantı yeterlidir.
- Bir elektrik devresinden akım geçebilmesi için, pilin (+) kutbu veya pilin (-) kutbu ile ampul arasında iki ayrı bağlantı yeterlidir.
- Bir elektrik devresinden, anahtar açıkken de akım geçer.
- Pil, sabit akım üreten bir kaynaktır.

Araştırmanın sonucunda belirlenen öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları akımla ilgili kavram yanlışları modelleri ile uyum göstermektedir. Ayrıca öğrenciler seri ve paralel bağlı devrelerde de akım hakkında yukarıda belirtilen kavram yanlışlarına benzer çok sayıda yanlış kavramaya sahiplerdir. İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin, elektrik konusunun en temel ve soyut olan akım ve gerilim kavramlarını karıştırdıkları belirlenmiştir. Elektrik kavram testindeki bazı sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar; akımı gerilim, gerilimi ise akım olarak düşündüklerini göstermiştir. Araştırmanın bir diğer sonucu ise; elektrik devrelerine direnç eklenerek herhangi bir değişim yapıldığında; öğrencilerin devrelerde gerçekleşebilecek eşdeğer direnç, akım ve gerilim ile ilgili değişimleri anlamakta güçlük çektikleri ve bununla ilgili kavram yanlışlarına sahip olmalarıdır. Bu kavram yanlışlarının nedeni ise; elektrik konusunun en temel ve soyut olan akım ve gerilim kavramlarının öğrenciler

tarafından çeşitli nedenlerle yanlış algılanması ve bunlarla ilgili kavram yanlışları öğrencilerin elektrik konusunda sonradan öğrendiklerini olumsuz etkilemesidir.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; ilköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencileri, elektrik akımı konusunda benzer kavram yanlışlarına sahiplerdir. Buna dayalı olarak, öğrencilerin sahip oldukları yanlış kavramaları doğruları ile değiştirerek düzeltmek oldukça güçtür ve öğrenciler bu değişime direnç gösterirler. Bu durum öğrencilerin sonraki öğrenmeleri üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Bu nedenle öğrencilerin sahip oldukları yanlış kavramaların mutlaka belirlenip, eğitim sürecinde düzeltilmesi gerekir.

5. Öneriler

Öğrenciler, formal eğitime başlamadan önce kavramlarla ilgili günlük deneyimlerden, bilimsel olmayan inançlardan, kullanım dilinden, çevresinden ve çeşitli kaynakların etkisiyle zihinlerinde fikirlere sahiptirler. Bu fikirlere öğrencilerin ilk kavramları denir ve bunlar anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesinde oldukça etkilidir. Anlamlı öğrenmede, yeni öğrenilen bilgiler önceden öğrenilenlerle ilişkilendirilir ve yeniden yapılandırılır. Bu nedenle yeni öğrenilen bilgilerin önceden zihinlerde oluşturulan fikirlere uyum sağlaması gerekir. Aksi takdirde, zihindeki uyumsuzluklar anlamlı öğrenmeyi engelleyecektir. Öğrenciler yeni sunulan bilgileri anlamlandıramadıkları zaman ya ezberleme yoluna giderler ya da kendilerine göre mantıklı ve doğru olan, fakat bilimsel olmayan kavram yanlışları geliştirirler. Bu kavram yanlışları da öğrencilerin sonraki öğrenmeleri üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Bu nedenle, öğrencilerin sahip oldukları yanlış kavramaların mutlaka düzeltilmesi gerekir. Bunu yapmanın ilk şartı, öğrencilerin sahip oldukları ilk ve yanlış kavramaların belirlenmesidir. Bu amaçla öğretmenler, bir kavramın ve konunun öğretimine başlamadan önce, öğrencilere kavramla ilgili fikirlerini sorma, çoktan seçmeli veya açık uçlu soruların bulunduğu bir test uygulama ile öğrencilerin ilk ve yanlış kavramalarını belirlemeye çalışmalıdırlar (24).

Öğrenciler, sahip oldukları kavram yanlışlarını doğruları ile değiştirmeye nasıl ikna edilecek ve bu işlemin gerekliliği öğrencilere nasıl kabul ettirilecek? Sorusu şu şekilde cevaplandırılabilir. Öğrencilere; kavram yanlışlarının düzeltilmesi için onların sahip olduğu sınırlı ve yanlış bilgilere zıt ve çok daha iyi açıklamalar içeren yeni bilgilerin inşa edilmesi gerekir. Bu açıklama, bilimin gelişmesinde eski teorilerin bırakılması için yeni ve daha iyi teorilerin verilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu durumda, öğrenciler kendileri ve çevreleri ile mantıklı bir tartışma içine girerler ve hangi teoriyi kabul edeceklerine karar verirler (9).

Öğrenciler kavramların bilimsel anlamlarının dışında, günlük hayatta kullandıkları anlamları ile formal eğitime başlarlar. Bir kelimenin günlük hayat ile bilimsel alandaki anlamının farklı olması, kavram yanlışlarına yol açar. Bu nedenle, öğrencilere bir kavramın günlük hayatta kullanılan anlamı ile bilimsel anlamı arasındaki fark mutlaka açıklanmalıdır. Öğrencilere, öğretmenler tarafından bir kavram hakkında farklı tanımlar verilmesi, öğrencilerin zihinlerinde paradoksların oluşumuna yol açabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle birden fazla tanıma sahip olan kavramların öğretimi yapılırken, en doğru ve en kesin tanım kullanılmalıdır.

Çocukların zihinsel gelişim düzeylerinin üzerinde verilecek bir fen eğitimi yanlış kavramaların oluşmasına yol açar. Bu nedenle fen eğitimi programları ve öğretim faaliyetleri çocukların zihinsel gelişim dönemlerinin özellikleri dikkate alınarak planlanmalı, hazırlanmalı ve uygulanmalıdır. Ayrıca fen bilgisi konularında yer alan kavramların; gereksiz ayrıntılara girilmeden en basit, en kullanışlı ve mümkün oldukça somutlaştırılarak anlatılmasına dikkat edilmelidir. Öğretimin önemli bir parçası olan ders kitaplarının da öğrencilerin zihinsel gelişim özelliklerine uygun bir şekilde hazırlanması gerekir. Özellikle ilköğretim fen bilgisi ders kitapları gereksiz bilgiden uzak ve öğrencilerin zihinlerinde paradoksların oluşumuna ve kavram yanlışlarının gelişimine engel olacak şekilde hazırlanmalıdır.

Öğretim sırasında soyut konuların ve kavramların mümkün olduğunca somutlaştırılarak kavram yanlışlarının oluşumu önlenmeli ve kavram yanlışlarının giderilmesine dikkat edilmelidir. Konuların ve kavramların somutlaştırılabilmesi için, öğrencilerin de katılımlarının sağlandığı etkinliklere ve deneylere bol miktarda yer verilmeli, konular ve kavramlar günlük hayat ve olaylarla ilişkilendirilmelidir.

Öğretmen merkezli ve öğrencinin pasif olduğu geleneksel yöntemlerle fen bilgisi müfredatındaki mevcut bilgilerin öğrencilere aynen aktarılmasıyla, anlamlı öğrenme gerçekleşemez. Bu durumda öğrenciler kendilerine sunulan yeni bilgileri ya ezberleme yoluna giderler ya da kendilerine göre mantıklı fakat bilimsel olmayan kavram yanlışları geliştirirler. Bu nedenle öğretmenler, öğretmen merkezli öğretim yöntemleri yerine, kavram yanlışlarını teşhis ve tedavi edebilecek öğrenci merkezli ve öğrencilerin pasif değil de aktif olmasını sağlayacak öğretim yöntem ve tekniklerini tercih etmeli ve uygulamalıdır. Bunu yaparken de sınıftaki öğrencilerin hazır bulunuşluk ve öğrenme seviyelerine ve sınıfın fiziki koşullarını dikkate almalıdırlar. Ayrıca kavram yanlışlarının oluşumunun önlenmesi ve giderilmesinde öğretim sürecinde kavram haritaları, analogiler ve kavramsal değişim metinleri de kullanılmalıdır (24).

Kaynaklar

1. Dykstra, D.I., Boyle, C.F. and Monarch, I.A. (1992). Studying conceptual change in learning physics. *Science Education*, 76(6), 615-652.
2. Pearsall, R.N., Skipper, J.E.J. and Mintzes, J. (1997). Knowledge restructuring in the life sciences: A longitudinal study of conceptual change in biology. *Science Education*, 81, 193-215.
3. Abimbola, I.O. (1988). The problem of terminology in the study of students' conceptions in science. *Science Education*, 72, 175-184.
4. Eryılmaz, A. ve Tatlı, A. (1999). ODTÜ Öğrencilerinin Mekanik Konusundaki Kavram Yanlışları. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. M.E.B. ÖYGM.
5. Griffiths, A.K. and Preston, K.R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 611-628.

6. Treagust, D.F. (1988). Development and use of diagnostic test to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10, 159-169.
7. Driver, R., Guesne, E. and Tiberghien, A. (1998). *Children's Ideas and The Learning of Science*. Children's Ideas in Science, 1-9, Milton Keynes, UK: Open University Press.
8. Nakhleh, M.B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69 (3), 191-196.
9. Rowell, A.J., Dawson, C. J. and Harry, L. (1990). Changing misconceptions: A challenge to science education. *International Journal of Science Education*, 12(2), 167-175.
10. Schmidt, H.J. (1997). Students' misconceptions looking for a pattern. *Science Education*, 81(2), 123-135.
11. Büyükkasap, E. ve Samancı, O. (1998). İlköğretim öğrencilerinin ışık hakkındaki yanlış kavramları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 4(5), 109-120.
12. Kaptan, F.ve Korkmaz, H. (2001). Hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin fen eğitiminde ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 21 : 56-65.
13. Wandersee, J. H. (1985). Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 581-597.
14. Cohen, R., Eylon, B. and Ganiel, V. (1983). Potential differences and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics*, 51 (5), 407 – 412.
15. Dupin, J. J. and Johsua, S. (1987). Conceptions of French pupils concerning electric circuits: Structure and evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(9), 791-806
16. Shipstone, D.M. et al. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal Science Education*, 10(3), 303-316.
17. Millar, R. and King, T. (1993). Students' understanding of voltage in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education*, 15(3), 339-349.
18. Chambers, S.K. and Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123.
19. Sönmez, G., Geban, Ö. ve Ertepinar, H. (2001). 6. Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavramları Anlamalarında Kavramsal Değişim Yaklaşımının Etkisi. *Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. Maltepe Ü. Eğitim Fak.

20. Sencar, S., Yılmaz, E.E. ve Eryılmaz, A. (2001). High school students' misconceptions about simple electric circuits. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 21: 113-120.
21. McDermott, L.C. and Shaffer, P.S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity, part I: Investigation of student understanding. American Journal of Physics, 60(11), 994 – 1003.
22. Heller, M.P. and Finley, N.F. (1992). Variable uses of alternative conceptions, a case study in current electricity. Journal of Research in Science Education. 29 (3), 259 – 276.
23. Psillos, D. and Koumaras, P. (1988). Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching sequence on dc circuits. International Journal of Science Education. 10 (1), 29 – 43.
24. Yıldırım, H.İ. (2001). İlköğretim 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Konusunda Sahip Oldukları Yanlış Kavramların Tespiti Üzerine Bir Araştırma, G.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
25. Karasar, N. (1999). Bilimsel Araştırma Yöntemi. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.