

## Onuncu Sınıf Öğrencilerinin Fiziksel ve Kimyasal Değişme Kavramları İle İlgili Teorik ve Uygulama Bilgilerinin Karşılaştırılması

Hülya DEMİRCİOĞLU<sup>1</sup>, Gökhan DEMİRCİOĞLU<sup>2</sup>, Alipaşa AYAS<sup>3</sup>, Selda KONGUR<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Yrd.Doç.Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon-TÜRKİYE

<sup>2</sup> Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon-TÜRKİYE

<sup>3</sup> Prof.Dr., Bilkent Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ankara-TÜRKİYE

<sup>4</sup> Kimya Öğretmeni, Ümraniye Lisesi, İstanbul-TÜRKİYE

**Alındı:** 24.03.2011

**Düzeltildi:** 17.07.2011

**Kabul Edildi:** 20.07.2011

*Orijinal Yayın Dili Türkçedir (v.9, n.1, Mart 2012, ss.162-181)*

### ÖZET

Kimya kavramlarının hemen hepsi, mikroskobik yapısından dolayı oldukça fazla soyut düşünme gerektirmektedir. Bu durum kimya kavramlarının anlamlı bir şekilde öğrenilmesini zorlaştırmakta, öğrencileri ezbere öğrenmeye yönlendirmektedir. Bu çalışmada 10. sınıf öğrencilerinin “Fiziksel ve Kimyasal Değişme” kavramları hakkındaki teorik ve uygulama bilgileri karşılaştırılmış, sahip oldukları alternatif kavramlar belirlenmiştir. Çalışmaya İstanbul Ümraniye Lisesi’nde öğrenim gören 128 10. sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrencilere 22 sorudan oluşan bir test uygulanmış ve örneklemden seçilen 12 öğrenciyle yarı-yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin çalışılan kavramlarla ilgili yeterli anlamalara sahip olmadıkları ve alternatif kavramlar taşıdıkları tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin teorik sorularda daha başarılı oldukları ve aradaki başarı farkının istatistiksel olarak da anlamlı olduğu belirlenmiştir. Anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için, öğrencilerin teorik bilgileri ile uygulama bilgilerinin ve becerilerinin birlikte ele alınması önerilmektedir. Kimyanın temel kavramları ile ilgili öğrencilerin anlamalarını arttırmak için, yeni kavramlar verilmeden önce öğrencilerin kavramlar hakkındaki ön bilgilerinin, alternatif kavramlarının belirlenmesi ve öğretimin buna göre planlanması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kimya Eğitimi; Alternatif Kavram; Fiziksel ve Kimyasal Değişme.

### GİRİŞ

Kimyanın öğrencilerin öğrenmesi ve öğretmenlerin öğretmesi için zor bir alan olduğu konusunda kimya eğitimcileri ile kimya öğretmenleri arasında bir fikir birliği vardır. Bunun en önemli nedeni, kimyanın çok sayıda soyut ve üst düzey düşünme becerileri gerektiren birçok temel kavram içermesidir (Ben-Zvi vd., 1987; Zoller, 1990; Kee & McGovan, 1998;



Reid, 2000). Bir kimya kavramının anlaşılması, kavramla ilgili hem makroskobik düzeyde hem de moleküler seviyede tanımlamalar yapmayı gerektirir (Novick & Nussbaum, 1981). Bunun yanında, birey sahip olduğu teorik bilgiyi günlük hayatla ilişkilendirebilmeli ve karşılaştığı durumlara uyarlayarak çözüm önerileri getirebilmelidir (Martin, 1997; Ayas & Özmen, 1999; Özmen, 2003; İlkörücü Göçmençelebi & Özkan, 2009). Bu iki durum, birçok öğrenci için oldukça zordur.

Kimya kavramları, ilköğretim birinci kademedden itibaren öğretilmeye başlanmakta ve ortaöğretimde daha da yoğunlaşmaktadır. Buradan anlaşılacağı gibi, ilköğretimde öğretilen kimya kavramları ortaöğretim kimyasına temel oluşturmaktadır. Bazı temel kimya kavramlarının bu kadar erken bir yaşta öğrencilere kazandırılmaya çalışılması öğrencilerin bu soyut kimya kavramlarını anlamasını zorlaştırmaktadır. Bahsedilen kavramlardan biri, bu çalışmanın da konusu olan “fiziksel ve kimyasal değişme” dir. Fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili olarak gerek ortaöğretimde (Andersson, 1990; Ben-Zvi vd., 1987; Watson vd., 1997; Boo & Watson, 2001; Gomez Crespo & Pozo, 2004; Kermen & Méheut, 2008) gerekse üniversitede (Carson & Watson, 1999; Jonhson, 2000b; Martín Del Pozo & Porlán, 2001; Demircioğlu, 2002; Demircioğlu vd., 2006) öğrencilerin alternatif kavramlar taşıması bu durumu desteklemektedir. Kimyasal değişme, bir ya da daha fazla maddenin yeni bir maddeye ya da maddelere değişimi ya da dönüşümü olarak tanımlanabilir. Bu kavram, denge, redoks, radyoaktivite, kimyasal reaksiyonlar gibi birçok diğer karmaşık kimya kavramı için temel oluşturur. Ayrıca, fiziksel ve kimyasal değişmeler konusu, öğrencilerin günlük hayatlarında karşılaştıkları sütün ekşimesi, elmanın kararması, çivinin paslanması, camın kırılması, gümüş eşyaların kararması gibi olayları açıklamada kullandıkları kavramları içermesi nedeniyle, onların dış dünyayı anlamlandırmalarında da önemli bir yere sahiptir (Atasoy vd., 2007). Bu kavramların, birçok diğer kimya kavramıyla ilişkili olması ve günlük hayatta yaygın kullanımlara sahip olması nedeniyle anlaşılabilirliği oldukça önemlidir.

Öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişmelerin meydana geldiği olayları algılamaları, onların sahip oldukları günlük hayattaki bilgi ve tecrübelerinden bağımsız değildir (Gomez Crespo & Pozo, 2004; Atasoy vd., 2007). Buna bağlı olarak, öğrenciler bu kavramlarla ilgili olarak bir problemle karşılaştıklarında, açıklama yaparken günlük hayattaki bilgilerini kullanmakta ve günlük hayattaki algılarıyla çelişen kavramları anlamakta ve kabul etmekte zorluk yaşamaktadırlar. Öğrenmeye yapılandırmacı bakış açısıyla bakıldığında, öğrencilerin günlük yaşamdaki deneyimleri ve bu deneyimler içerisindeki ön bilgileri, öğretim etkinliklerinin başlangıç noktasını oluşturmakta (Bodner, 1990; André, 2003) ve olaylara yorum getirmesini sağlamaktadır. Dış dünyayı gözlemleyerek maddede temel olarak iki tür (fiziksel ve kimyasal) değişme olduğunu kabul eden bireyin karşılaştığı güçlük, bu değişimleri ayırt etmesinde yaşanmaktadır. Fen eğitiminin temel görevi bu aşamada, doğru önbilgiler ve etkili öğrenme ortamları sağlayarak bireye yardımcı olmaktır (Atasoy vd., 2007). Çünkü eğitim öğretim sürecinde kazanılan bilgiler, günlük yaşamla ilişkilendirilebildiği oranda kalıcı olmakta ve hayat boyu karşılaşılan yeni durumlara daha kolay uygulanabilmektedir (Coştu vd., 2007).

Mevcut literatür incelendiğinde, farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin, fiziksel ve kimyasal değişmelerle ilgili çeşitli alternatif kavramlar taşıdıklarını belirleyen bir çok çalışmaya rastlanmaktadır (Voelker, 1975; Anderson, 1986; Briggs & Holding 1986; Stavridou & Solomonidou, 1989; Hesse & Anderson, 1992; Johnson, 2000a; Sökmen vd., 2000; Özmen vd., 2002; Demircioğlu, 2002; Demircioğlu vd., 2002; Solsona & De Jong, 2003; Demircioğlu vd., 2006; Eilks vd., 2007). Literatürde, fiziksel ve kimyasal değişme ile ilgili sıklıkla rastlanan alternatif kavramlar şu şekilde sıralanmıştır (DeBoer vd., 2009): (1) hal değişimi esnasında bir kimyasal reaksiyon meydana gelir (Ahtee & Varjola, 1998; BouJaoude, 1992; Novak & Musonda, 1991; Stavridou & Solomonidou, 1998; Kabapınar & Adik, 2005),

(2) bir madde çözüldüğünde kimyasal reaksiyon oluşur (Novak & Musonda, 1991; BouJaoude, 1992; Abraham vd., 1994; Ahtee & Varjola, 1998; Stavridou & Solomonidou, 1998; Valanides, 2000; Eilks vd., 2007), (3) kimyasal değişim tersinmezdir (Çalık & Ayas, 2005; Cavallo vd., 2003), (4) tanecik seviyesindeki değişimler, makroskobik seviyedekiler ile aynıdır (Anderson, 1990; Lee vd., 1993), (5) kimyasal reaksiyonlarda iki giren madde olmalıdır (Cavallo vd., 2003; Eilks vd., 2007), (6) bir kimyasal reaksiyonda girenlerin atom ve molekülleri başka atom ve moleküllere dönüşür (Andersson, 1986), (7) bir kimyasal reaksiyonun ürünleri görünmemesine rağmen, hava gibi başka bir ortamda baştan beri bulunmaktadır (Andersson, 1986; Solomonidou & Stavridou, 2000), (8) hal değişimi esnasında madde korunmaz (Lee vd., 1993; Stavy, 1990), (9) gazların katıldığı süreçlerde kütle korunmaz (Hesse & Anderson, 1992; Özmen & Ayas, 2003), (10) bir kimyasal reaksiyon meydana geldiğinde, atomlar gözden kaybolur. Örneğin, atomlar yanar (Andersson, 1986) ya da kapalı bir sistemde odun yandığında, atomların sayısı azalır (Mitchell & Gunstone, 1984). Bu gruplandırmaya ilave olarak, öğrencilerin fiziksel değişimle kimyasal değişim arasında net bir ayırım yapma eğiliminde olmadıkları (Méheut vd., 1985; Stavridou & Solomonidou, 1989; Andersson, 1990; BouJaoude, 1991; Tsaparlis, 2003; Eilks vd., 2007) ve olayları genellikle tanecik seviyesini dikkate almaksızın makroskobik seviyede açıklama eğiliminde oldukları iddia edilmektedir (Stavridou & Solomonidou, 1998; Martín Del Pozo & Porlán, 2001). Öğrencilerin sıklıkla kimyasal reaksiyonları, maddenin tam bir dönüşümü olarak düşünmedikleri, bunun yerine görünüşünde ya da fazında bir değişim olarak (Johnson, 2000a) ya da ilk maddelerin bir karışımı olarak düşündükleri vurgulanmaktadır (Johnstone, 1991; Ebenezer & Erickson, 1996; Johnson, 2002). Diğer yandan, buzun suya dönüşmesi gibi fiziksel bir değişim geçiren maddenin görünümündeki değişimden dolayı yeni özelliklere sahip yeni bir madde olarak düşünülüp değişimin kimyasal olduğunu söyleyen öğrenciler de söz konusudur (Gensler, 1970; Strong, 1970; Solsona & De Jong, 2003).

Kimya kavramlarının günlük hayatla ilişkilendirilme düzeyine yönelik olarak yapılan az sayıda çalışma, öğrencilerin sahip oldukları bilgileri günlük olaylarla yeterince ilişkilendiremediklerini göstermiştir (Haidar & Abraham, 1991; Ayas & Özmen, 1998; Yıldırım vd., 2000; Karagölge & Ceyhan, 2002; Özmen, 2003). Ayrıca, öğrencilerin kavramla ilgili teorik bilgiyi doğru olarak bildiği halde ilişkili günlük olayı açıklayamadığı vurgulanmaktadır. Kimyanın somutlaştırılması ve öğrenci için zevkli hale getirilmesi için günlük olaylarla ilişkilendirmeler konusuna yönelik araştırmalara ağırlık verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bu çalışma, 10. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişim kavramlarına yönelik sahip oldukları teorik bilgileri ile uygulama bilgilerini karşılaştırmak ve sahip oldukları alternatif kavramları tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

Öğrenciler, var olan bilgileri ile yeni karşılaştıkları bilgileri ilişkilendirdikleri takdirde anlamlı öğrenme gerçekleşmiş olur (Wittrock, 1974; Duffy & Jonassen, 1991; Brooks & Brooks, 1993). Mevcut bilgilerin sonraki öğrenmeler için bir köprü oluşturduğu bilinmektedir. Ancak bireyin bir konuyla ilgili mevcut bilgilerinde eksiklikler ve alternatif kavramlar varsa bunlar sonraki öğrenmelerini olumsuz etkileyecektir (Pines & West, 1986; Nakhleh, 1992; Abraham & Williamson, 1994). Bu nedenle öğrencilerin öncelikle ön bilgilerinin ve varsa alternatif kavramlarının tespit edilmesi kaliteli bir eğitim için son derece önemlidir.

Ortaöğretim kimya öğretim programı ile amaçlanan sadece öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişim kavramlarını soyut bir takım kavramları kullanarak açıklamaları değil, aynı zamanda bu kavramları karşılaştıkları farklı durumlara uygulayabilmeleridir (Çakmakçı vd., 2006). Hatta günlük hayatta karşılaştıkları problemlere mantıklı çözümler üretmede bu bilgileri nasıl kullanabilecekleri de iyi bir kimya öğretiminin amaçlarındandır. Bu sayede, öğrenciler bilimsel okur-yazar bireyler olabilirler. Bununla birlikte, eğitim sürecinde bilgilerin

günlük hayatla ilişkilendirme boyutu genellikle öğretmenler tarafından göz ardı edilmektedir. Yapılan çalışmalar da öğrencilerin öğrendikleri kavramları günlük hayatla yeterince ilişkilendiremediklerini göstermektedir. (Özmen, 2003). Özellikle kimya alanında birçok kavram soyut olması bakımından öğrenilmesi oldukça zordur. Bu zorluğun kavramların günlük olaylarla bağdaştırılması ile büyük ölçüde aşılabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle öğrencilerin kimya kavramlarını ilişkili günlük olaylarla bağdaştırmada ne derece başarılı oldukları ve bunu arttırmak için nelerin yapılabileceği konusunda araştırmalar yapılması önemlidir.

Fiziksel ve kimyasal değişme kavramlarıyla günlük hayatta sıkça karşılaşılması ve diğer birçok kimya kavramının doğru bir şekilde anlaşılabilmesi için bu kavramların doğru bir şekilde öğrenilmesi önemlidir. Ayrıca bu araştırma öğrencilerin bu kavramları öğrenirken hangi olay ya da durumları daha kolay günlük hayatla ilişkilendirebildiklerini, daha çok hangi olay ya da durumların öğrencilere soyut geldiğinin belirlenmesi ve bu suretle kimya dersinin en verimli biçimde nasıl anlatılabileceği konusunda yol göstermesi bakımından da önemlidir. Bu kavramlarla ilgili alternatif kavramların tespit edilmesinin hem öğretmenlere hem de program geliştiricilere yararlı bilgiler sağlayacağına inanılmaktadır. Bu çalışma ile öğrencilerde tespit edilen alternatif kavramlar ve kavramları günlük olaylarla bağdaştırma seviyeleri, öğretmenlere kendi dersini daha etkili ve güncel içerikli bir şekilde planlaması için yol gösterecektir. Ayrıca program geliştiricilere de konuların öğretiminde günlük olaylara daha fazla yer verilmesi konusunda yol göstereceği düşünülmektedir.

## YÖNTEM

Bu çalışmada özel durum yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yaklaşım, “nasıl” ve “niçin” ile başlayan sorulara cevap aramak amacıyla araştırılan konunun derinlemesine incelenmesine olanak vermektedir (Merriam, 1998; Yin, 2003). Problem durumu dikkate alındığında, öğrencilerin aynı içeriğe sahip farklı soruları nasıl cevapladıkları ve sorulardaki performanslarını nelerin etkilediğini belirlemesi açısından, çalışma özel durum çalışması kapsamında değerlendirilmiştir. Özellikle öğrencilerle yapılan mülakatlarla, performans farklılıklarının nedenleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın örneklemini, İstanbul Ümraniye Lisesi’nde öğrenim gören toplam 128 10. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma 2010-2011 güz yarıyılında gerçekleştirilmiştir. Örnekleme öncelikle 22 sorudan oluşan bir kavram testi uygulanmıştır. Sonrasında ise örneklem arasından seçilen 12 öğrenciyle yarı-yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Test ve mülakata yönelik daha detaylı açıklamalar aşağıda verilmektedir.

Kimyasal ve fiziksel değişim kavramları ayrıntılı olarak 9. sınıfta ele alınmaktadır. Ders kitapları incelendiğinde bu kavramlara yeteri kadar yer ayrılmadığı, farklı örneklerle olayların daha açık hale getirilmediği, verilen sınırlı örneklerde de olayın niçin fiziksel ya da kimyasal değişme olduğu konusunda yeterli açıklamaların yapılmadığı görülmektedir. 9. Sınıf Kimya Ders Kitabında “*Kimyasal Değişimler*” isimli üçüncü ünite de “*Kimyasal ve Fiziksel Özellikler*” başlığı altında kimyasal değişme ve fiziksel değişimin tanımları yapılmış ve bu olaylarla ilgili birkaç örnek verilmiştir. Kimyasal değişim, “*maddenin farklı maddelere ayrışmasına veya farklı maddelerin etkileşerek yeni maddeleri oluşturmasına denir*” şeklinde tanımlanırken, fiziksel değişim, “*maddenin görünüşünde meydana gelen değişmelere denir*” şeklinde tanımlanmıştır. Ancak fiziksel ve kimyasal değişimler arasındaki farklılıklara dikkat çekilmemiştir. Ders kitabında kimyasal ve fiziksel değişimlerle ilgili olarak verilen örnekler ise şunlarla sınırlıdır: “*Odun kömürü yanarken ısı ve ışık açığa çıkar.*” “*Oksijen gazının hidrojen gazı ile tepkimesi çok hızlı olmasına rağmen, demirin oksijen gazı ile tepkimesi daha yavaştır.*” “*Altın ise oksijen ile tepkime vermez.*” “*Kâğıdın yırtılması, camın kırılması ve hal*

*değişimleri fiziksel değişimlere örnektir.” “Yoğunluk, çözünürlük, kaynama noktası, erime noktası, sertlik, ısı ve elektrik iletkenliği fiziksel özelliklere örnektir” (Dursun vd., 2008).*

Fiziksel ve kimyasal değişme kavramları diğer birçok kimya kavramının doğru bir şekilde anlaşılabilmesi için temel oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmayla diğer kavramların öğretimine başlamadan önce 10. sınıftaki öğrencilerin bu kavramları nasıl yapılandırdıklarını ve öğrendikleri teorik bilgileri nasıl uygulamaya geçirdiklerini belirlemek amaçlanmıştır. Çünkü bu kavramlarla ilgili anlamalarının öğrenecekleri diğer kavramlara ışık tutacağı ve diğer kavramları anlamalarını etkileyeceği düşünülmektedir.

#### **a) Veri Toplama Aracı**

*Fiziksel ve Kimyasal Değişme Kavram Testi (FKDKT):* Veri toplama aracı olarak, kavram başarı testi ve yarı yapılandırılmış mülakatlar kullanılmıştır. FKDKT geliştirilirken, öncelikle ortaöğretim kimya öğretim programında fiziksel ve kimyasal değişme konusunun içeriği ve kavramları incelenmiş, bu kavramlarla ilgili kimya soru bankalarından ve makalelerden birçok soru toplanarak hangilerinin teste dâhil edilmesinin daha uygun olacağı tartışılmıştır. Araştırmacılar tarafından da kavramlarla ilgili 10 soru (12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22) geliştirilmiştir. Testteki 18. soru (Holdings, 1985; Özmen, 2002) ile 10. soru (Demircioğlu, 2002) literatürde yer alan çalışmalardan alınmıştır. Soru bankalarından alınan soruların bazıları aynen kullanılırken bazıları yeniden düzenlenerek kullanılmıştır. Bu aşamalardan sonra test, 15 açık uçlu ve 15 çoktan seçmeli soru olmak üzere toplam 30 soru içerecek şekilde hazırlanmıştır. Testin geçerlik çalışması için, test KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi'nde görev yapan dört kimya eğitimcisi ve her biri en az on yıllık tecrübeye sahip İstanbul'da merkezi liselerde görev yapan beş lise kimya öğretmeni tarafından incelenmiştir. Öneriler doğrultusunda testte gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Testin öğrenci seviyesine ve içeriğe uygun olduğu konusuna ortak bir karara varıldıktan sonra testin pilot çalışması yapılmıştır. 60 öğrenciye yapılan uygulama ile öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri sorular belirlenmiştir. Öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri sorulardan 5'i testten çıkarılmış, diğerleri ise daha açık bir dille tekrar yazılmıştır. Testteki açık uçlu sorulardan 9'unun cevabı iki aşamalı olup, birinci aşamada öğrencilerden soruda verilen olayı fiziksel ya da kimyasal olarak belirlemeleri, ikinci aşamada ise cevaplarının nedenlerini yazmaları istenmiştir. Testin çoktan seçmeli soruları ve açık uçlu 9 sorunun birinci aşaması dikkate alınarak öğrenci cevapları analiz edilmiş ve güvenilirlik katsayısı KR-20 formülü kullanılarak  $r = 0,84$  olarak hesaplanmıştır. Testteki 3 sorunun, ayırt edicilik indeksleri düşük olduğu için testten çıkarılmıştır. Kalan iki açık uçlu soru için geçerlik çalışması yeterli görülmüştür. Bu iki soru da sırasıyla fiziksel ve kimyasal değişimin tanımları sorulmuştur. Bu işlemler sonucunda testte, fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili 11 teorik ve 11 uygulama olmak üzere toplam 22 soru yer almıştır. Sorulardan ilk 11'i çoktan seçmeli, 12 ve 13. sorular açık uçlu ve 14-22. sorular hem çoktan seçmeli hem de cevabın nedeninin istendiği tarzda iki uçlu sorulardır. Testte yer alan soruların ölçtüğü kavramlar ve soru tipine göre dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** FKDKT'deki Soruların, Soru Tipi ve Ölçtüğü Kavrama Göre Analizi

	<b>Kavramlar</b>	<b>Soru tipi</b>	<b>Soru no</b>
Uygulama	Fiziksel değişme	Çoktan seçmeli	2, 3, 4, 6
		Açık uçlu	19, 21, 22
	Kimyasal değişme	Çoktan seçmeli	1, 5, 10
		Açık uçlu	18
Teorik	Fiziksel değişme	Çoktan seçmeli	8, 9
		Açık uçlu	12, 15, 17
	Kimyasal değişme	Çoktan seçmeli	7, 11
		Açık uçlu	13, 14, 16, 20

Soruların puanlanması, çoktan seçmeli sorularda yanlış seçenek 0 ve doğru seçenek 3 puan, açık uçlu sorularda yanlış 1, kısmen doğru 2 ve doğru 3 puan, iki uçlu sorularda doğru seçenek doğru nedene 3, doğru neden yanlış seçeneğe 2, yanlış neden doğru seçeneğe 1 ve yanlış seçenek yanlış nedene 0 puan şeklinde yapılmıştır. Öğrencinin teorik sorulardan alabileceği maksimum puan 33 ve aynı şekilde uygulama sorularından alabileceği maksimum puan 33 olarak belirlenmiştir. Böylelikle testten alınabilecek maksimum puan 66 olmuştur. Sonuçlar verilirken ortalamalar 100 üzerinden verilmiştir. Buradaki puanlama işlemi sadece ortalama, standart sapma ve istatistiksel işlemler için kullanılmıştır. Açık uçlu soruların analizinde farklı kategoriler kullanılmıştır ve bununla ilgili açıklamalar verilerin analizi kısmında verilmiştir.

*Yarı-yapılandırılmış mülakat:* Ayrıca hem kavram başarı testinden elde edilen verileri desteklemek hem de daha derinlemesine bilgi sağlamak amacıyla örneklem içerisinde seçilen toplam 12 öğrenciyle yarı-yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Bu öğrenciler FKDKT'den aldıkları puanlara göre belirlenmiştir. Testten en yüksek puan alan 4 öğrenci, en düşük puan alan 4 öğrenci ve ortalamada puan alan 4 öğrenci mülakatlara katılmıştır. Mülakatta genel olarak öğrencilere dört soru sorulmuştur. Ancak her bir sorunun alt soruları da bulunmaktadır. Sorular ve cevapları çalışmanın bulgular kısmında verilmiştir. Her bir mülakat yaklaşık 35-40 dakika sürmüştür. Mülakat, teyp kaydı ile kayıt altına alınmış, sonrasında yazıya dökülerek içerik analizi yapılmıştır.

## b) Verilerin Analizi

Verilerin analizinde öğrencilerin testin teorik ve uygulama sorularından elde ettikleri puanlar, bağımsız örneklemler t testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çoktan seçmeli sorularda öğrencilerin sorulara verdikleri cevapların seçeneklere dağılımı frekans ve yüzde olarak verilmiştir. Açık uçlu sorularda, öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar, *anlama, kısmen anlama, alternatif kavram, anlamama ve boş* şeklinde beş kategoriye ayrılmıştır. Mülakatların analizinde ise, öğrencilerin ifadeleri *anlama, kısmen anlama, alternatif kavram ve cevapsız* kategorilerinde toplanmıştır. Mülakatlarda anlamama kategorisinde cevaplarla karşılaşmadığı için bu kategori yer almamaktadır. Bu kategorilerle ilgili ayrıntılı açıklamalar Tablo 2'de verilmiştir. Analizlerde kullanılan kategorilerle ilgili ayrıntılı bilgiler önceki çalışmalarda da mevcuttur (Marek, 1986; Abraham vd., 1992; Ayas, 1995; Demircioğlu, 2002; Demircioğlu vd., 2004; Demircioğlu, 2008).

**Tablo 2.** Açık uçlu soruları ve mülakatları analiz etmede kullanılan kategoriler ve içerikleri

Anlama Dereceleri	Puanlama Kriterleri
Anlama	Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmen anlama	Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren, fakat bütün yönlerini içermeyen cevaplar Geçerli cevabın bazı yönleriyle birlikte bazı alternatif kavramları içeren cevaplar
Alternatif kavram	Mantıksız ya da doğru olmayan bilgiler içeren cevaplar
Anlamama	Soruyu aynen tekrarlama İlgisiz ya da açık olmayan cevap verme
Boş/Cevapsız	Boş bırakma Bilmiyorum şeklinde cevaplama Anlamadım şeklinde cevaplama

## BULGULAR

### a) Fiziksel ve Kimyasal Değişme Kavram Testinden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin testin çoktan seçmeli bölümündeki sorulara verdikleri cevapların seçeneklere göre dağılımı Tablo 3’de sunulmuştur. Öğrencilerin testin bu bölümündeki sorulara verdikleri doğru cevap oranları %17-66, yanlış cevap %5-45 ve boş %0-7 arasında değişmektedir (Tablo 3). Öğrenciler sadece 1, 7 ve 9. sorularda %50’nin üzerinde bir başarı göstermişlerdir.

**Tablo 3.** Öğrencilerin Testin Çoktan Seçmeli Bölümündeki Sorulara Verdikleri Cevapların Seçeneklere Göre Dağılımı

Sorular	SEÇENEKLER (N=128)									
	A		B		C		D		BOŞ	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	9	7	68	53*	9	7	42	33	0	0
2	52	41	19	15	32	25*	25	20	0	0
3	16	13	53	41*	15	12	41	32	3	2
4	9	7	12	9	60	47*	40	31	7	5
5	57	45	25	20	35	27*	9	7	2	2
6	19	15	22	17	30	23	55	43*	2	2
7	10	8	15	12	16	13	81	63*	6	5
8	42	33*	13	10	28	22	42	33	3	2
9	7	5	15	12	85	66*	17	13	4	3
10	36	28	11	9	29	23	49	38*	3	2
11	20	16	31	24	45	35*	27	21	5	4

\* doğru cevabı göstermektedir.

Öğrencilerin testin açık uçlu bölümündeki sorulara verdikleri cevapların kategorilere göre dağılım yüzdeleri Tablo 4, fiziksel ve kimyasal değişme ile ilgili sorularda olayları fiziksel ve kimyasal olarak adlandırma yüzdeleri Tablo 5’de verilmiştir. Tablo 4’den görüldüğü gibi, öğrencilerin alternatif kavram kategorisine giren cevap oranları %14-46 arasında değişmektedir. Anlama kategorisine giren cevap oranları ise, %3-28 arasında değişmektedir. Açık uçlu sorulardan iki tanesi ve bu sorulardan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

**16. Soru:**  $CaCO_3 (k) \longrightarrow CaO (k) + CO_2 (g)$  eşitliğinde ifade edilen olayı fiziksel değişme ve kimyasal değişme olarak sınıflandırınız. Cevabınızın nedenini açıklayınız.

a) Fiziksel değişme                      b) Kimyasal değişme

Bu soru kimyasal değişme kavramı ile ilgili teorik bir sorudur. Soruda öğrencilerden beklenen muhtemel cevap şöyledir: “ $CaCO_3$  ısı etkisiyle parçalanarak  $CaO$  ve  $CO_2$ ’ye dönüşmüştür. Olay sonucunda, özellikleri başlangıçtaki maddeden farklı iki yeni madde oluşmuştur. Bu nedenlerden dolayı burada gerçekleşen olay kimyasal değişmedir.”

Tablo 5’te görüldüğü gibi öğrencilerin %42’si soruda verilen olayı fiziksel değişme olarak belirlerken %42’si ise kimyasal değişme olarak belirlemiştir. Öğrenci cevaplarından “Fiziksel değişmedir. Sadece katı halden gaz haline geçmiştir”, “Tepkimede girenler çıkanlara eşit olduğu için fiziksel değişmedir”, “Tepkimede  $CO_2$  gaz halinde açığa çıkmıştır. Tekrar katı halde elde edilemez. Bu nedenle kimyasal değişmedir”, “Fiziksel değişmedir. Madde özelliğini kaybetmemiştir. Çünkü atom sayıları eşittir”, “Madde kaybolmuştur, artık yoktur”, “Kimyasal değişmedir, çünkü bileşiklere ayrılmıştır elementlere değil ( $Ca, C, O_2$  gibi)” gibi birbirine benzer ifadeler alternatif kavram kategorisinde yer almaktadır.

**Tablo 4.** Öğrencilerin Testin Açık Uçlu Sorularına Verdikleri Cevapların Kategorilere Göre Dağılımı

Sorular	Anlama		Kısmen anlama		Alternatif Kavram		Anlamama		Boş	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
12	28	22	76	59	18	14	4	3	2	2
13	21	16	80	63	20	16	4	3	3	2
14	12	9	14	11	46	36	4	3	52	41
15	8	6	17	13	38	30	4	3	61	48
16	8	6	12	9	29	23	4	3	76	59
17	24	19	18	14	22	17	4	3	60	47
18	36	28	50	39	22	17	8	6	13	10
19	35	27	36	28	28	22	12	9	18	14
20	19	15	26	20	38	30	12	9	33	26
21	4	3	33	26	59	46	6	5	26	20
22	28	22	46	36	44	34	5	4	5	4

**21. Soru:** Evlerimizde kullandığımız çaydanlıklarda sudaki sertlikten dolayı zamanla beyaz bir çökelek oluşur. Bu çökeleğin oluşumu ne tür bir değişimdir? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

- a) Fiziksel değişme                      b) Kimyasal değişme

Bu soru fiziksel değişme ile ilgili uygulama sorusu olup, öğrencilerden beklenen cevap şu şekildedir: “Çaydanlıkların diplerinde biriken, sudaki sertlikten ileri gelen  $CaCO_3$  yani kireçtir. Kirecin çözünürlüğü diğer katıların aksine sıcaklıkla azalır. Sürekli olarak ısıtılan suyun içerisindeki kireç zamanla ısı etkisi ile dibe çökecektir. Bu olay fiziksel bir değişimdir. Çünkü kirecin yapısında bir değişiklik olmamış sadece çökme olayı gerçekleşmiştir.”

**Tablo 5.** Öğrencilerin, Soruları Fiziksel ve Kimyasal Değişim Olarak Belirleme Yüzdeleri

Sorular	Fiziksel Değişme		Kıyasal Değişme		Boş	
	f	%	f	%	f	%
14	64	50	51	40 *	13	10
15	44	34 *	64	50	20	16
16	54	42	54	42 *	20	16
17	73	57 *	38	30	17	13
19	75	59 *	25	20	28	22
20	28	22	68	53 *	32	25
21	51	40*	69	54	8	6
22	78	61*	46	36	4	3

\* doğru seçeneği göstermektedir.

Tablo 5’de görüldüğü gibi öğrencilerin %40’ı soruda verilen olayı fiziksel değişim olarak belirlerken %54’ü ise kimyasal değişim olarak belirlemiştir. Öğrencilerin %46’sı alternatif kavram kategorisinde cevaplar vermiştir (Tablo 4). “Kimyasal değişimdir. Tekrar eski halini alması imkânsızdı”, “Yeni bir madde oluştuğu için kimyasal değişimdir”, “Yeni bir madde oluşmuş içi ve dışı değişmiştir”, “Bu çökeleğin oluşumu kimyasal değişimdir, çünkü suyun içerisindeki mineraller sıvı halden gaz haline geçmektedir”, “Suyun yapısındaki elementler çaydanlığın yapısındaki elementlerle etkileşmiş ve yeni bir madde oluşmuştur” gibi sayısını artırabileceğimiz ifadeler alternatif kavram kategorisine yerleştirilmiştir.

Öğrencilerin teorik ve uygulama sorularına verdikleri cevaplara bağımsız t testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. Tablo 6’da görüldüğü gibi öğrencilerin testin



teorik ve uygulama sorularından elde ettikleri puanlar arasında fark vardır ( $t_{(254)} = 4.113$ ,  $p < 0.05$ ).

**Tablo 6.** Öğrencilerin Fiziksel ve Kimyasal Değişme Kavramı İle İlgili Teorik ve Uygulama Sorularına Verdikleri Cevaplara İlişkin t Testi Sonuçları

Sorular	N	Ort.	Standart sapma	Serbestlik derecesi	t	p
Uygulama	128	41,99	20,06	254	4,113	0.000
Teorik	128	52,82	22,01			

### b) Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Mülakat verilerinden elde edilen bulguların bazıları karşılıklı konuşma şeklinde verilmiştir (Mü: mülakatçı; A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L: mülakat yapılan öğrenciler). Mülakatın ilk sorusu *fiziksel değişme* kavramı ile ilgili olup, bu soruya ve alt sorularına öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 7’de özetlenmiştir.

**Tablo 7.** Öğrencilerinin Fiziksel Değişme Kavramı İle İlgili Sorulara Verdikleri Cevaplar

SORULAR	KATEGORİLER							
	Anlama		Kısmen Anlama		Alternatif kavram		Cevapsız	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Alkol dolu beher birkaç gün bekletildiğinde alkol miktarında bir değişiklik olur mu?	8	67	-	-	4	33	-	-
2. Bu olay nasıl bir değişmedir? (Eğer alkol buharlaşıyorsa, (D, E, F, K öğrencileri).	4	33	3	25	5	42	-	-
3. Yeni bir madde mi oluşmuştur?	6	50	-	-	6	50	-	-

Mülakatın ikinci sorusu *kimyasal değişme* kavramı ile ilgili olup bu soruda demir yünü (P kefes) ve ağırlıklarla (Q kefes) dengelenmiş bir terazi kullanılmıştır. Öğrencilerden demirin havada ısıtılması ile meydana gelen olaylar sonucu dengede nasıl bir değişiklik olduğunu açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin bu soruya ve alt sorularına verdikleri cevaplar Tablo 8’de özetlenmiştir.

**Tablo 8.** Öğrencilerinin Kimyasal Değişme Kavramı İle İlgili Sorulara Verdikleri Cevaplar

SORULAR	KATEGORİLER							
	Anlama		Kısmen Anlama		Alternatif kavram		Cevapsız	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Dengede nasıl bir değişim olur?	1	8	3	25	8	67	-	-
2. Bu olay nasıl bir değişmedir?	5	42	-	-	6	50	1	8
3. Yeni bir madde mi oluşmuştur?	1	8	2	17	9	75	-	-

Mülakatın üçüncü sorusu *fiziksel değişme* kavramı ile ilgili öğrencilerin anlamalarını belirlemek amacıyla sorulmuştur. Bu soruda buz parçaları (P kefes) ve ağırlıklarla (Q kefes) dengelenmiş bir terazi kullanılmıştır. Öğrencilerin mülakatın üçüncü sorusuna ve alt sorularına verdikleri cevaplar Tablo 9’da özetlenmiştir.

**Tablo 9.** Öğrencilerinin Fiziksel Değişme Kavramı İle İlgili Sorulara Verdikleri Cevaplar

SORULAR	KATEGORİLER							
	Anlama		Kismen Anlama		Alternatif kavram		Cevapsız	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Bir süre sonra terazi kefesindeki buz parçaları suya dönüştüğünde dengede bir değişiklik olur mu?	9	75	-	-	3	25	-	-
2. Bu olay nasıl bir değişmedir?	11	92	-	-	1	8	-	-
3. Yeni bir madde mi oluşmuştur?	6	50	2	17	4	33	-	-

Mülakatın dördüncü sorusu kimyasal değişme kavramı ile ilgili olup, bu soruda öğrencilere bakırdan yapılmış sıcak ve soğuk su borularının zamanla kararması ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin bu soruya ve alt sorularına verdikleri cevaplar Tablo 10'da özetlenmiştir.

**Tablo 10.** Öğrencilerinin Kimyasal Değişme Kavramı İle İlgili Sorulara Verdikleri Cevaplar

SORULAR	KATEGORİLER							
	Anlama		Kismen Anlama		Alternatif kavram		Cevapsız	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Zamanla bakırdan yapılmış sıcak ve soğuk su borularının rengi donuklaşır ve siyahlaşır. Ancak sıcak su boruları soğuk su borularına nazaran daha siyahtır. Sizce bunun sebebi nedir?	5	42	-	-	6	50	1	8
2. Burada nasıl bir değişme vardır?	3	25	1	8	6	50	2	17
3. Yeni bir madde oluşur mu?	-	-	4	33	7	58	1	8

## TARTIŞMA

Tablo 6'den görüleceği gibi öğrencilerin testin teorik sorularından elde ettikleri aritmetik ortalama 52,82; uygulama sorularındaki ortalaması 41,99'dir. Bu kavramların ilköğretim 4 ve 5. sınıftan itibaren öğretilmeye başlandığı dikkate alındığında, elde edilen bu sonuç oldukça şaşırtıcıdır. Bunun bir nedeninin bu temel kimya kavramlarının öğretmenler tarafından fazlaca önemsenmemesi ve konuları yetiştirme telaşı içerisinde olan öğretmenlerin zamanlarını bu temel kavramlardan ziyade, daha karmaşık ve zor kavramların öğretimine ayırmaları olabilir. Ancak bilindiği gibi öğrencilerin kavramlarla ilgili olarak sahip olabilecekleri eksik ya da hatalı bilgiler sonraki öğrenmeleri için engel oluşturmaktadır (Anderson, 1986; Koray vd., 2007; Demircioğlu, 2008).

Ortalamalara bakıldığında, her iki bölümden elde edilen başarı düşük olmakla birlikte, uygulama sorularındaki başarının teorik sorulara göre daha düşük olduğu görülmektedir. Her iki bölümden elde edilen ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak da anlamlı olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 6,  $t_{(254)}=4,113$ ,  $p<0,05$ ). Bu bulgu, Haidar ve Abraham (1991) tarafından lise öğrencileri ile yürütülen çalışmaların bulgularını desteklemektedir. Öğrencilerin teorik bilgileri ile uygulamaya yönelik bilgileri arasında teorik bilgi yönünde anlamlı bir fark olması, sahip oldukları bilgilerin teorik ağırlıklı olduğunun bir kanıtıdır. Diğer bir deyişle, okullarımızda öğretilen temel kavramlar yeterince günlük hayatla bağdaştırılmamaktadır. Durumun böyle olmasının bir sebebi, öğrencilerin ilköğretimden sonra ortaöğretime gitmek için girdikleri LGS sınavı ve ortaöğretimden sonra yükseköğretime girmek için girdikleri YGS sınavındaki soruların genellikle teorik bilgiye dayalı olmasıdır. Anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi ve buna bağlı olarak da öğrenilen bilgilerin daha

kalıcı olması için, öğrencinin yeni bilgi ile ön bilgilerini ilişkilendirmesi gerekir (Hand & Treagust, 1991; Duffy & Jonassen, 1991; Butakin & Özgen, 2007; Demircioğlu, 2008). Ayrıca öğrenilen bilgilerin yeni durum ve olayların açıklanmasında etkili bir şekilde kullanılması önemlidir. Ancak görüldüğü gibi öğrenciler sahip oldukları teorik bilgileri etkili bir şekilde günlük olayları açıklamada kullanamamaktadırlar. Bunun önemli bir nedeni, öğrencilerin teorik boyutta da yeterli bir bilgi birikimine sahip olmamaları olabilir.

Testin birinci sorusunda öğrencilerden günlük hayatta sıkça karşılaştıkları dört farklı olaydan hangisinin kimyasal bir değişme olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Bu soruda öğrenciler en fazla (%33) naftalinin süblimleşmesini kimyasal değişim olarak adlandırarak alternatif kavram göstermişlerdir. Mülakat yapılan öğrencilerin, “*Alkol buharlaşınca yeni bir madde mi oluşur?*” sorusuna öğrencilerin verdiği, “*Buharlaşarak havaya karışmışlardır. Tekrar elde edilemezler. Havaya karışarak farklı bir madde olmuştur. Yapısı değişmiştir*” şeklindeki birbirine benzer ifadeler bu alternative kavramı desteklemektedir. Buradan, öğrencilerin, “*gaz haline geçen maddenin tekrar sıvı ya da katı hale geçmeyeceğini, çünkü madde havaya karışmış ve farklı bir madde oluşmuştur*” inancını taşıdıkları görülmektedir. Buradaki cevaplar sadece süblimleşme için değil buharlaşma olayları içinde öğrencilerin benzer düşünceler taşıdığını göstermektedir. Ayas vd. (2002) ve Demircioğlu (2008) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer alternative kavramlara rastlanmıştır. Bu iddiayı destekleyen diğer bir bulgu testin 5. sorusundan elde edilmiştir. Bu soruda diğer birkaç olay yanında suyun buharlaşması da sınanmıştır. Sorudan elde edilen bulgulardan öğrencilerin %45’inin suyun buharlaşmasını kimyasal bir değişme olarak gördükleri anlaşılmaktadır (Tablo 3, A seçeneği). Görüldüğü gibi bu alternatif kavrama sahip olan öğrencilerin sayısı azımsanmayacak kadar yüksektir. Literatürde yapılan bir çalışmada bu alternatif kavram ile kısmen benzerlik gösteren bir yanılgıya rastlanmıştır. Sökmen, Bayram ve Gürdal (2000), yaptıkları bir çalışmada örneklemin “*Alkolün buharlaşması kimyasal değişmedir. Çünkü buharlaşma ısı etkisiyle olur*” şeklinde bir alternatif kavram taşıdığını belirlemişlerdir. Testin 18. sorusuna öğrencilerin verdikleri, “*Madde ısıtılarak atomlarında kimyasal değişme olmuştur*”, “*Isıtılınca moleküller arası boşluk artar. Böylece daha fazla hacim kaplar*”, biçimindeki alternatif kavram içeren ifadelerden öğrencilerin kimyasal değişmeyi fiziksel değişimi kullanarak açıklamaya çalıştıkları ve bu nedenle alternatif kavram gösterdikleri anlaşılmaktadır. Bu tür alternatif kavramlara literatürde de rastlanmaktadır (Griffiths & Preston, 1992; Demircioğlu vd., 2002; Demircioğlu, 2002; Atasoy vd., 2007). Bu durumun okullarda fiziksel ve kimyasal değişimler öğrencilere aktarılırken, değişimin başlangıcındaki maddeler ile sonuçta oluşan maddeler arasındaki benzerlik ve farklılıklar üzerinde öğretmenlerin yeterince durmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kimyasal değişme kavramı ile ilgili olan teorik sorularda en düşük başarı 14 ve 16. sorularda olmuştur (Tablo 3 ve 4). Her ikisinde de farklı birer kimyasal tepkime ifadesi vardır ve bunlar kimyasal sembollerle ifade edilmiştir. Başarının bu derece düşük olmasının nedeni, öğrencilerin kimyasal sembollerle ifade edilen olayları anlamakta güçlük çekmeleri olabilir. Ancak olayların sembolik seviyede anlaşılması kimya öğreniminin önemli bir boyutunu oluşturmaktadır. Olayları sembolik seviyede anlayabilmek için moleküler seviyede de anlamış olmak gerekir. Yani başarının bu denli düşük olmasının nedenlerinden biri de öğrencilerin olayları moleküler düzeyde yeterince öğrenememiş olmaları olabilir. Yapılan bilimsel araştırmalar, öğrencilerin kimyasal olayları moleküler düzeyde açıklayamadıklarını göstermektedir (Abraham vd, 1992; Abraham vd., 1994; Haidar & Abraham, 1991). Kavramsal boyutta bir olayı anlama bu seviyelerde açıklamalar ve tanımlamalar yapmayı ve bu seviyeler arasında ilişkiler kurmayı gerektirir. Aksi takdirde anlamının tam manasıyla gerçekleşmediği savunulmaktadır (Raviolo, 2001; Demircioğlu, 2002).

Testin ikinci sorusunda öğrencilerden verilen dört olaydan hangisinin fiziksel değişme olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Soruda öğrencilerin önemli bir kısmı (%41) gümüş kaşıkların kararması olayını fiziksel değişme olarak belirlemişlerdir. Benzer şekilde fiziksel değişme ile ilgili uygulama bir soru olan testin dördüncü sorusunun D seçeneğinde yer alan “paslanmış demirden demir elde edilmesi olayını” da öğrencilerin %31’i fiziksel değişme olarak işaretlemişlerdir. Testin uygulamalarından sonra bir kaç öğrenci ile yapılan görüşmelerde “Gümüş kaşıklar ve paslanmış demir tekrar eski haline dönüştürülebilir” düşüncesinden dolayı bu olayı fiziksel bir değişme olarak algıladıkları anlaşılmıştır. Öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlarda benzer ifadelere rastlanmıştır. Öğrenciler bakır ve gümüş üzerinde oluşan kararmaları ya da renk değişimlerini, zımpara ve benzeri şeylerle uzaklaştırmanın mümkün olması nedeniyle yanlış yorumlamaktadırlar. Benzer alternative kavramlar, Driver vd. (1985), Anderson (1986), Gönen ve Akgün (2005) tarafından yapılan çalışmalarda da tespit edilmiştir. Testin üçüncü sorusu ile öğrencilerin %32’sinin saf sudan hidrojen ve oksijen elde edilmesi olayını da fiziksel değişme kategorisine koydukları tespit edilmiştir. Aynı olay, teorik bir soru olan testin 14. sorusunda bu kez kimyasal formüllerle ifade edilerek tekrar sorulmuştur. Bu soruda da benzer şekilde öğrencilerin %50’si olayı fiziksel değişme olarak adlandırmışlardır. Bunun gerekçesinin öğrencilerin bir olayda tepkimeye girenler ile ürünlerin atom sayılarının birbirine eşit olması ve geri dönüşümün mümkün olması halinde fiziksel değişimin gerçekleşeceği düşüncesinde oldukları anlaşılmaktadır. Ayrıca bazı öğrencilerin suyun elektrolizinin fiziksel bir değişim olduğu inancını taşıdıkları tespit edilmiştir. Bu yanlış inanışlar öğrencilerin çalışılan kavramlarla ilgili alternative kavramlar oluşturmalarına neden olmaktadır. Testin 14. sorusunda tespit edilen diğer önemli bir bulgu, öğrencilerin bir kısmı verilen bir kimyasal tepkime denkleminde girenlerle ürünler arasındaki değişime bakmadan sadece türlerin hangi fiziksel durumda olduklarını gösteren alt indisleri dikkate alarak olayın bir hal değişimi olduğunu söylemeleridir. Bunun nedeninin öğretmenlerin ders uygulamaları esnasında alt indislere yeterince önem vermemeleri olduğu düşünülmektedir. İncelenen literatürde bu tür alternative kavramlara rastlanmamıştır. Uygulama sorusu olan testin 20. sorusunda bu kez öğrencilerin suyun bileşenlerinden oluşumunun nasıl bir değişim olduğu yönündeki anlamaları tespit edilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin % 30’u bu soruda alternatif kavram göstermiştir (Tablo 4). Öğrencilerin yukarıda bahsedilen yanlış inanışlardan dolayı bu alternatif kavramları gösterdikleri anlaşılmaktadır. Ayrıca öğrencilerin fiziksel değişme ile kimyasal değişme kavramlarını birbirlerinin yerlerine kullanarak yanlış sonuçlara vardıkları soruya verdikleri cevaplardan anlaşılmaktadır. Bu durum öğrencilerin testte ve mülakatlarda kullandıkları “Kimyasal değişmedir, tuz suda çözünerek hal değiştirmiştir”, “Maddelerin rengi ve kokusu değiştiği için değişme fizikseldir” ifadelerden açıkça anlaşılmaktadır. Fiziksel değişimle ilgili uygulama sorularında öğrencilerin en düşük başarıyı gösterdikleri 25. soruda öğrencilerden evlerde kullanılan çaydanlıklarda sudaki sertlikten dolayı zamanla oluşan beyaz bir çökeleğin nedenini ve nasıl bir değişme olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Sorudan elde edilen veriler incelendiğinde, öğrencilerin su kirece dönüşür ve dibe çöker, tekrar eski halini almaz ve su ile çaydanlık etkileşmiştir şeklindeki düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin bu tür alternative kavramları günlük tecrübeleri sonucunda geliştirdikleri anlaşılmaktadır. Katıların çözünürlüğü sıcaklıkla artarken, kalsiyum karbonat da dâhil olmak üzere birkaç katı maddenin çözünürlüğü azalır. Ancak öğretmenler katıların çözünürlüğü sıcaklıkla artar genellemesi üzerinde fazlaca dururken, bunun istisnaları üzerinde yeterince durmamaktadırlar.

Testin 6. sorusunda öğrencilerden günlük hayatta sıkça karşılaşılan bir olay olan şekerin suda çözünmesi olayı ile ilgili olarak verilen bilgilerden hangilerinin doğru olduğunu bulmaları istenmektedir. Elde edilen sonuçlardan öğrencilerin çoğunluğunun çözünme ve

ilişkili kavramları zihninde tam olarak yapılandıramadığı anlaşılmaktadır. Çözünme ile ilgili yine uygulama bir soru olan testin 22. sorusuna öğrencilerin sadece 22'si anlama kategorisinde cevap verebilmiştir (Tablo 4). Bununla birlikte, bu soruda verilen tuzun suda çözünmesi olayını öğrencilerin %61'i fiziksel değişme olarak belirlemişlerdir (Tablo 5). Açık uçlu sorulardan elde edilen veriler incelendiğinde, öğrencilerin büyük bir kısmının bu olayı erime olarak algıladıkları anlaşılmaktadır. Diğer bir kısmı ise tuzla suyun birleşmesi sonucu yeni bir madde oluşacağı inancını taşıdığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler arasında tuzun hal değiştirdiği, buharlaştığı ve süblimleşmeye uğradığı fikirleri de yaygın olarak görülmektedir. Testten elde edilen bulgular mülakat bulguları tarafından da desteklenmektedir. Bu sonuçlar Demircioğlu (2002) tarafından bulunan sonuçlarla uyusmaktadır. Olayın çözünme olduğunu söyleyen öğrencilerden bir tanesi bu olayı kimyasal değişim olarak görmektedir. Bu öğrenci diğer öğrenciler gibi yeni bir madde olacağını düşünmektedir. Bu sonuçlar testten elde edilenlerle benzerlik göstermekle birlikte, farklı olarak “Yeni bir madde oluşmamıştır. Şeker  $C_6H_{12}O_6$  bileşiğidir. Erime esnasında C, H ve O su içerisine dağılırlar. Aralarındaki bağlar kopar ve daha akışkan olurlar” şeklinde bir ifadeye de rastlanmıştır. Bu alternative kavram Demircioğlu (2002), Kabapınar ve Adik (2005) tarafından bulunanlarla benzerdir. Buradan öğrencilerin çözünme kavramını yeterince anlamadıkları açıkça görülmektedir.

Bu sonuçlar başarı açısından değerlendirildiğinde, öğrencilerin bu kavramlarla ilgili yeterli anlamalara sahip olmadıkları, ayrıca teorik sorularda uygulama sorulara oranla daha başarılı oldukları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişim ile ilgili uygulama sorulara verdikleri cevaplardan, olayları kimyasal ya da fiziksel olarak belirlerken gösterdikleri başarıyı olayın neden fiziksel ya da kimyasal olduğuna açıklama getirirken gösteremedikleri anlaşılmaktadır. Diğer bir deyişle, fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili olarak öğrencilerin sahip oldukları yetersiz düzeydeki teorik bilgilerinin günlük hayatta karşılaştıkları olayları açıklamada yetersiz kaldıkları belirlenmiştir.

## SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili hem teorik hem de uygulama sorularında yeterli anlamalara sahip olmadıkları hatta bu kavramlarla ilgili ciddi alternatif kavramlar taşıdıkları tespit edilmiştir. Ayrıca teorik sorularda uygulama sorularına kıyasla daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Buradan okullarda bu kavramlar öğretilirken günlük hayatla yeterince ilişkilendirilmediği sonucuna varılmıştır.

Kimya öğretimi için temel olan bu kavramlar, ilköğretim 4. ve 5. sınıftan başlayarak hemen her öğrenim seviyesinde biraz daha genişletilerek ele alınmasına rağmen halen öğrencilerde bu kavramlarla ilgili alternatif kavramların bulunması oldukça dikkat çekicidir. Buradan öğretmenlerin temel kavramların öğretimine hatta kavram öğretimine gereken önemi vermedikleri, alternatif fikirleri dikkate alarak derslerini planlamadıkları anlaşılmaktadır. Örneğin, öğrencilerin buharlaşma, yoğunlaşma, yanma ve çözünme gibi günlük hayatta sıkça karşılaşılan olaylarla ilgili alternatif kavramlar taşıdıkları tespit edilmiştir.

Öğrencilerin bir olayda tepkimeye girenler ile ürünlerin atom sayılarının birbirine eşit olması ve geri dönüşümün mümkün olması halinde fiziksel değişimin gerçekleşeceği düşüncesinde oldukları, ayrıca fiziksel değişme ve kimyasal değişme kavramlarını birbirlerinin yerine kullandıkları belirlenmiştir. Aynı sonuç Atasoy vd. (2007) tarafından da tespit edilmiştir. Bu durum öğretmenlerin temel kimya kavramlarına yeterince önem vermemelerinden ve gerektiği şekilde günlük olaylarla ilişkilendirmemelerinden kaynaklanıyor olabilir.

Öğrencilerin olayları kimyasal ya da fiziksel olarak belirlerken gösterdikleri başarıyı olayın neden fiziksel ya da kimyasal olduğuna açıklama getirirken gösteremedikleri anlaşılmaktadır. Bunun nedeninin öğretmenlerin kavram öğretimi esnasında ezberletme yoluna gitmeleri ve tanecik boyutuna yeterince vurgu yapmamaları olduğu düşünülmektedir. Ayrıca öğrenciler bir olayın fiziksel ya da kimyasal olduğuna karar verirken genellikle, geri dönüştürülebilir, yanma olayları kimyasaldır ve hal değişimleri fizikseldir, gibi genellemeleri dikkate aldıkları anlaşılmıştır. Öğrencilerin gözlemledikleri günlük hayattaki birçok olay da bu düşünceyi destekler niteliktedir. Buradan öğretmenlerin kavramlarla ilgili teorik bilgilere yönelik çalışmalara, uygulamaya yönelik çalışmalardan daha fazla ağırlık verdikleri ya da aralarındaki bağlantıyı etkili bir şekilde kuramadıkları ya da bunun için fazla çaba harcamadıkları anlaşılmaktadır.

Öğrenciler genellikle olayları makroskobik seviyede açıklama eğilimindedirler, fakat kimya onlardan olaylara mikroskobik seviyede açıklamalar getirmelerini beklemektedir. Bu yüzden öğrenciler, makroskobik gözlemleri açıklamak için kimyacıların kullandıkları mikroskobik modeller arasında ilişki kurabilmelerine yardımcı olacak bir eğitime ihtiyaç duymaktadırlar. Dolayısıyla bu kavramlar öğretilirken, mikroskobik ve moleküler seviyeler arasında ilişkiler oluşturulmalıdır (Gabel, 1993; Haidar & Abraham, 1991; Johnstone, 1993).

Fiziksel ve kimyasal değişme kavramlarının öğretiminde kavramlarla ilişkili uygulamaya yönelik çalışmaların artırılması, teorik bilgiye paralel olarak uygulamaya gerekli önemin verilmesi anlamlı öğrenmeyi teşvik edecektir. Öğrencilere günlük hayatta sıkça karşılaştıkları olaylar hakkındaki fikirlerini açıklama fırsatı verilmelidir. Öğrenciler fikirlerini açıklarken tanecik boyutunda olayı resmetmeleri istenmelidir. Hesse ve Anderson (1992), kimyasal değişimler öğretilirken, ilk maddelerin taneciklerinde bir değişim meydana geldiğinin öncelikle belirtilmesinin altını çizmiştir. Fiziksel ve kimyasal değişme kavramı yapı olarak birçok diğer kimya kavramı ile ilişkilidir. Bu nedenle diğer ilişkili kavramların öğretiminde de yeri geldikçe öğretmenleri fiziksel ve kimyasal değişim konusuna geri dönmeleri ve ilişkilendirmeleri, kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesi açısından son derece önemlidir.

Öğretmenler öğrenme ortamlarını ders kitaplarındaki bilgilerle sınırlandırmamalı, öğrencilerin aktif olabilecekleri günlük yaşam aktiviteleriyle zenginleştirmelidirler. Kullanabilecekleri sakız-soğuk su aktivitesi (Çeken, 2007) ile fiziksel değişimi, limon suyunun çay ve adaçayının rengini değiştirmesi, pipet ile kirece üfleme, sirke içinde yumurta ve sütün mayalanması aktiviteleriyle (Çeken, 2007) kimyasal değişimi öğrencilerine tanıtabilir ve olayların altına yatan nedenleri ayrıntılı bir şekilde açıklayabilirler. Güncel yaşamda sık kullanılan ayranın, yoğurdun sulandırılmış hali olması nedeniyle kimyasal değişime uğramadığı, sadece fiziksel olarak seyreltiği görülebilir. Öğrenciler bu farkı ortaya koyarken, yoğurt ve peynir mayalanması olaylarını yaparak yaşayarak öğrenme imkânına sahip olabilir (Çeken, 2007). Tarım gübresinin çözülmesi aktivitesi (Çeken, 2007) ile de öğrencilerin fiziksel ve kimyasal değişmelerdeki ısı değişimini örnekler vererek kıyaslayabilme becerisini elde etmelerine katkıda bulunabilirler.

Özellikle ülkemizde ortaöğretimden sonra öğrencilerin girecek olduğu yükseköğretime giriş sınavı, öğrencileri kavramsal anlamadan ve anlamlı öğrenmeden, öğretmenleri de bu işlevleri yerine getirmeden uzaklaştırmış, ezbere ve çoktan seçmeli soru çözmeye anlayışına dayalı bir öğrenme yaklaşımına itmiştir. Bu durum, öğrencileri kendilerini ifade etme ve bir olayın altında yatan nedeni gerekçeleriyle birlikte ortaya koyma becerisinden yoksun bırakmıştır. Problemleri gerekçelerini bilmeden çözen ya da çözdüğünü düşünen bireyler haline getirmiştir. Ortaya çıkan bu sonuç, öğrencilerin doğru anladıklarının bir işareti olarak kabul edilmemelidir. Çünkü kimya öğrenimi alan öğrencilerin problem çözme becerileri ile kimyayı kavramsal olarak anlamaları arasında bir boşluk vardır ve bu boşluk giderek

büyümektedir (Temel & Morgil, 2007). Fen bilimleri eğitiminin amacı, kritik düşünme, mantıklı yargılama ve problem çözme yeteneklerini geliştirmektir (Lavoie, 1993; Barr, 1994; Temel & Morgil, 2007). Bu özelliklere sahip öğrencileri yetiştirmek isteyen öğretmenler, teorik bilgiye eşdeğer olarak uygulama bilgi ve becerilerine de gerekli önemi vermelidirler ve bunun için yeterince zaman ayırmalıdır.

**KAYNAKLAR**

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W. & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (2), 105-120.
- Abraham, M. R., Williamson, V. M. & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (2), 147-165.
- Abraham, M. R., Williamson, V. M. & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (2), 147-165.
- Ahtee, M. & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305-316.
- Anderson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Andersson, B. (1986). Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70 (5), 549 – 563.
- Andrée, M. (2003). Everyday-life in the science classroom: A study on ways of using and referring to everyday-life. *Paper presented at the ESERA Conference*, Noordwijkerhout, The Netherlands.
- Atasoy, B., Genç, E., Kadayıfçı, H. & Akkuş, H. (2007). 7. Sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişmeler konusunu anlamalarında işbirlikli öğrenmenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32,12-21.
- Ayas, A. (1995). Lise I kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *II. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Ayas, A. & Özmen, H. (1998, Eylül). Asit-baz kavramlarının güncel olaylarla bütünleştirilme seviyesi: Bir örnek olay çalışması. *III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. (sf. 153-159). KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon.
- Ayas, A., Özmen, H. & Coştu, B. (2002). Lise öğrencilerinin buharlaşma kavramı ile ilgili anlamalarının belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, 74-84.
- Barr, B. B. (1994). *Research on problem solving: Elementary school*. In: D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Science Teaching and Learning* (pp. 237- 247), New York, McMillan, A Project of The National Science Teacher Association.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. & Silberstein, J. (1987). Students' visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, 24 (3), 117-120.
- Bodner, G. M. (1990). Why good teaching fails and hard-working students do not always succeed? *Spectrum*, 28 (1), 27-32.
- Boo, H. K., & Watson, J. R. (2001). Progression in high school students' (aged 16–18) conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education*, 85 (5), 568–585.
- BouJaoude, S. B. (1991). A study of the nature of students' understanding about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*. 28 (8), 689-704.
- BouJaoude, S. B. (1992). The relationship between students' learning strategies and the change in their misunderstandings during a high school chemistry course. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (7), 687-699.
- Briggs, H. & Holding, B. (1986). *Aspects of secondary students' understanding of elementary ideas in chemistry: Full Report*, CLISP, University of Leeds, UK.



- Brooks, J. G. & Brooks, M. G. (1993). *The Case For Constructivist Classrooms*, Virginia: ASCD Alexandria.
- Butakın, V. & Özgen, K. (2007). Yeni ilköğretim matematik dersi öğretim programının (4. ve 5. sınıf) uygulamadaki etkililiğinin değerlendirilmesi Diyarbakır ili örneği. *D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8, 82-94.
- Çakmakçı, G., Leach, J. & Donnelly, J. (2006). 'Students' ideas about reaction rate and its relationship with concentration or pressure'. *International Journal of Science Education*, 28 (15), 1795-1815.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (6), 638-667.
- Carson, E. M. & Watson, J. R. (1999). Undergraduate students' understanding of enthalpy change. *University Chemistry Education*, 3 (2), 46-51.
- Cavallo, A. M. L., McNeely, J. C. & Marek, E. A. (2003). Eliciting students' understandings of chemical reactions using two forms of essay questions during a learning cycle. *International Journal of Science Education*, 25 (5), 583-603.
- Çeken, R. (2007). *Sekizinci sınıf öğrencilerine fiziksel ve kimyasal değişmelerin basit fen aktiviteleri ile öğretilmesinin başarıya etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Coştu B., Ayas A. & Ünal S. (2007). Günlük yaşamdaki olayların fen bilimleri öğretiminde kullanılması. *Ahi Evran Üniversitesi (KEFAD)*, 8 (1), 197-207.
- DeBoer, G. E., Herrmann-Abell, C. F., Wertheim, J. & Roseman, J. E. (2009). Assessment linked to middle school science learning goals: a report on field test results for four middle school science topics, AAAS Project 2061, *NARST Annual Conference*, Garden Grove, CA.
- Demircioğlu, G., Özmen, H. & Demircioğlu, H., (2006). Sınıf öğretmeni adaylarının fiziksel ve kimyasal değişme kavramlarını anlama düzeyleri ve yanlışları. *Milli Eğitim Dergisi*, 170, 260-272.
- Demircioğlu, H. (2008). *Sınıf öğretmeni adaylarına yönelik maddenin halleri konusuyula ilgili bağlam temelli materyal geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, H. (2002). *Sınıf öğretmen adaylarının bazı temel kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Demircioğlu, H., Akdeniz, A. R. & Demircioğlu, G. (2004). Maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavram yanlışlarının giderilmesinde çalışma yapraklarının etkisi. *XII. Eğitim Bilimleri Kongresi*. (Cilt-III, sf.2137-2160). Gazi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Demircioğlu, H., Ayas, A. & Demircioğlu, G. (2002, Eylül). Sınıf öğretmen adaylarının temel kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, www.fedu.metu.edu.tr, ODTU Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A., (1985). *Children's ideas in science* (6th Ed.). Open University Press: Milton Keynes.
- Duffy, T. M. & Jonassen, D. H. (1991). Constructivism: New implication for instructional technology? *Educational Technology*, 2-11.
- Dursun, M. F., Gülbay, İ., Çetin, S. & Tek, Ü. (2008). *MEB Ortaöğretim Kimya 9 Ders Kitabı*. MEB Devlet Kitapları, Birinci Baskı, Feza Gazetecilik A.Ş., İstanbul.

- Ebenezer, J. V., & Erickson, G. L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80, 181-201.
- Eilks, I., Moellering, J. & Valanides, N. (2007). Seventh-grade students' understanding of chemical reactions: reflections from an action research interview study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 271-286.
- Gabel, D.L. (1993). Use of the particulate nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70, 193-194.
- Gensler, W.J. (1970). Physical versus chemical change. *Journal of Chemical Education*, 47, 154-155.
- Gomez Crespo, M. A. & Pozo, J. I. (2004). Relationships between everyday knowledge and scientific knowledge: understanding how matter changes. *International Journal of Science Education*, 26, 1325-1343.
- Gönen, S. & Akgün, A. (2005). Bilgi eksikleri ve kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesinde, çalışma yaprakları ve sınıf içi tartışma yönteminin uygulanabilirliği üzerine bir çalışma. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, www.e-sosder.com, 13, 99-111.
- Griffiths, A.K. & 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.
- Haidar, A.H. & Abraham, M.R. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (10), 919-938.
- Hand, B. & Treagust, D.F. (1991). Student achievement and science curriculum development using a constructivist framework, *School Science and Mathematics*, 91 (4), 172-176.
- Hesse, J. J. & Anderson, C.W. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 277-299.
- Holding, B., Aspects of secondary students' understanding of elementary ideas in chemistry: Summary report. *CLISP Centre for Studies in Science and Mathematics Education*, The University of Leeds, Leeds, 1985.
- İlkörücü Göçmençelebi, Ş. & Özkan, M. (2009, Mayıs). İlköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin fen bilgisi biyoloji konularını günlük yaşamla ilişkilendirme düzeylerinin başarıya etkisi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17 (2), 525-530.
- Johnson, P. (2000a). Children's understanding of substances, part 1: recognizing chemical change. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 719-737.
- Johnson, P. (2000b). Developing students' understanding of chemical change: What should we be teaching? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (1), 77-90.
- Johnson, P. (2002). Children's understanding of substances, part 2: Explaining chemical change. *International Journal of Science Education*, 24, 1037 - 1049.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-704.
- Kabapınar, F. M. & Adik, B. (2005). Ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin fiziksel değişim ve kimyasal bağ ilişkisini anlama seviyesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38 (1), 123-147.
- Karagölge, Z. & Ceyhun, İ. (2002). Öğrencilerin bazı kimyasal kavramları günlük hayatta kullanma becerilerinin tespiti. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 10 (2), 287-290.

- Kee, T. P. & McGovan, P. M., 1998. Chemistry within; chemistry without, <http://www.chem.vt.edu/confchem/1998/kee/kee.html>, 16.02.2005.
- Kermen, I. & Méheut, M. (2008). Different models used to interpret chemical changes: analysis of a curriculum and its impact on French students' reasoning. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 24–34.
- Koray, Ö., Akyaz, N. & Köksal, M. S. (2007). Lise öğrencilerinin “çözünürlük” konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15 (1), 241-250.
- Lavoie, D. (1993). The development, theory, application of a cognitive-network model of prediction of problem solving in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (7), 767-785.
- Lee, K.W.L. (1999). A comparison of university lecturers' and pre-service teachers' understanding of chemical reactions at the particulate level. *Journal of Chemical Education*, 76, 1008–1012.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D. & Blaskeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (3), 249-270.
- Marek, E. A. (1986). They misunderstand, but they'll pass. *The Science Teacher*, 32–35.
- Martín Del Pozo, R. & Porlán, R. (2001). Spanish prospective teachers' initial ideas about teaching chemical change. *Chemistry Education: Research and Practice In Europe*, 2 (3), 265-283.
- Martin, D.J. (1997). *Science education today*. Elementary Science Methods, A constructivist Approach. United States: Delmar Publishers.
- Méheut, M., Saltiel, E. & Tiberghien, A. (1985). Pupils' (11-12 years old) conceptions of combustion, *International Journal of Science Education*, 7, 83-93.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*, (2nd Ed.). Jossey-Bass A Wiley Imprint, San Francisco, USA.
- Mitchell, I. & Gunstone, R. (1984). Some student conceptions brought to the study of stoichiometry. *Research in Science Education*, 14, 78-88.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69 (3), 191-196.
- Novak, J. D. & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28 (1), 117-153.
- Novick, S., & Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study. *Science Education*, 62 (3), 273-281.
- Özmen, H. (2003). Kimya öğretmen adaylarının asit ve baz kavramlarıyla ilgili bilgilerini günlük olaylarla ilişkilendirme düzeyleri. *G.Ü. Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11 (2), 317-324.
- Özmen, H. Karamustafaođlu, S. Sevim, S. & Ayas, A. (16-18 Eylül 2002). Kimya öğretmen adaylarının temel kimya kavramlarını anlama seviyelerinin belirlenmesi. *V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi kongresinde sunulmuş bildiri*, Ankara.
- Özmen, H. & Ayas, A. (2003). Students' difficulties in understanding of the conservation of matter in open and closed-system chemical reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 4 (3), 279-290.
- Özmen, H. (2002). *Kimyasal reaksiyonlar ünitesindeki kavramların öğretimine yönelik rehber materyal geliştirilmesi ve uygulanması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Pines, A. L. & West, L. H. T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a sources of knowledge framework, *Science Education*, 70 (5), 583-604.
- Raviolo, A. (2001). Assessing students' conceptual understanding of solubility equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78 (5), 629-631.
- Reid, N. (2000). The presentation of chemistry logically driven or applications-led? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (3), 381-392.
- Sökmen, N., Bayram, H. & Gürdal, A. (2000). 8. ve 9. sınıf öğrencilerinin fen eğitiminde yaşadığı kavram kargaşası. *Milli Eğitim Dergisi*, 146, 74-77.
- Sökmen, N., Bayram, H. & Yılmaz, A. (2000). 5., 8. ve 9. sınıf öğrencilerinin fiziksel değişim ve kimyasal değişim kavramlarını anlama seviyeleri. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12, 261-266.
- Solomonidou, C. & Stavridou, H. (2000). From inert object to chemical substance: students' initial conceptions and conceptual development during an introductory experimental chemistry sequence. *Science Education*, 84, 382-400.
- Solsona, N. & De Jong, O. (2003). Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. *International Journal of Science Education*, 25 (1), 3-12.
- Stavridou, H. & Solomonidou, C. (1989). Physical phenomena – chemical phenomena: do pupils make the distinction? *International Journal of Science Education*, 11, 83-92.
- Stavridou, H. & Solomonidou, C. (1989). Physical phenomena- chemical phenomena: Do pupils make the distinction? *International Journal of Science Education*, 11 (1), 83-92.
- Stavridou, H. & Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and the construction of the chemical reaction concept during secondary education. *International Journal of Science Education*, 20 (2), 205-221.
- Stavy, R. (1990). Children's conceptions of changes in the state of matter: From liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (3), 247-266.
- Strong, L. E. (1970). Differentiating physical and chemical changes. *Journal of Chemical Education*, 47, 689.
- Temel, S. & Morgil, İ. (2007). Kimya eğitiminde laboratuarda problem çözme uygulamasının öğrencilerin bilisel süreç becerilerine ve mantıksal düşünme yeteneklerine etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 89-97.
- Tsaparlis G. (2003). Chemical phenomena versus chemical reactions: Do students make the connection?, *Chemistry Education Research and Practice*, 4, 31-43
- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and Gts transformations during dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice*, 1 (2): 249-262.
- Voelker, A.M. (1975). Elementary school children's attainment of the concepts of physical and chemical change- a replication. *Journal of Research in Science Teaching*, 12, 5-14.
- Watson, J. R., Prieto, T. & Dillon, J. S. (1997). Consistency of students' explanations about combustion. *Science Education*, 81, 425-444.
- Wittrock, M. C. (1974). Learning as a generative process. *Educational Psychologist*, 11, 87-95.
- Yıldırım, A., Demircioğlu, G., Özmen, H. & Ayas, A. (2000, Eylül). Kimyasal denge konusunun öğrenciler tarafından anlaşılma düzeyi ve karşılaşılan yanlışlar. *H. Ü. Eğitim Fakültesi, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi*. (s. 427 – 432), Ankara.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods*. (3rd Ed.), Sage Publications, London.
- Zoller, U. (1990). Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 1053-1065.