

## SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ BAZI KİMYA KAVRAMLARINI ANLAMA DÜZEYLERİ

### The Levels Of Prospective Elementary School Teachers' Understanding Of Some Chemistry Concepts

Şafak ULUÇINAR SAĞIR<sup>1</sup>

Seher TEKİN<sup>1</sup>

Sevilay KARAMUSTAFAOĞLU<sup>2</sup>

#### Özet

İlköğretime başlayan bir çocuğun ilk karşılaşacağı ve yaşama dair sistematik bilgileri edinmeye başlayacağı kişi sınıf öğretmenidir. Sınıf öğretmenlerinin fenle ilgili konu ve kavramlarda yeterli olması öğrencilerin tüm hayatı boyunca fen ve teknolojiye olan ilgilerinin, olumlu tutumlarının ve temel fen kavramlarının temellerini oluşturacaktır. Bu bağlamda sınıf öğretmenlerinin fenin bir dalı olan kimya ile ilgili kavram bilgileri de önemlidir. Bu araştırmada sınıf öğretmeni adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama ve açıklayabilme düzeyleri incelenmiştir. Örneklem Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Programı 2. sınıf öğrencilerinden 193 kişidir. Örnek olay yöntemiyle yürütülen araştırmada veriler geliştirilen başarı testi ve yarı yapılandırılmış mülakatla toplanmıştır. Bulgular öğretmen adaylarının fiziksel-kimyasal değişme, tepkime türleri, çözünme konularında anlama sorunları olduğunu göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sınıf öğretmeni, madde, fiziksel-kimyasal değişim, çözünme, çözelti

#### Abstract

Elementary school teachers help children aged 6 to 11 learn how to read, write, and calculate. They work with pupils and facilitate their learning some concepts within science, mathematics, language, and social studies. The fact that elementary school teachers are competent in the field of science will form the basis of students' positive attitudes, their interests to science-technology and some basic science concepts. In this respect, elementary school teachers have to know necessary chemistry knowledge since it is within the field of science. In this study, the levels of prospective elementary school teachers' understanding and explaining some chemistry concepts was examined. The sample was consisted of 193 students in the Faculty of Education, Amasya University. The case study method was used in this research, and data were collected through achievement test and semi-structured interviews. Findings showed that prospective teachers have some understanding problems with physical-chemical changes, reaction types, and dissolution.

<sup>1</sup> Yrd.Doç.Dr. Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Sınıf Öğretmenliği ABD., Amasya safakulucinar@hotmail.com , sehert@mynet.com.tr

<sup>2</sup> Doç.Dr. Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi ABD., Amasya sevilayt2000@yahoo.com

**Keywords:** elementary school teacher, structure and properties of matter, physical-chemical change, dissolution, solution.

### Giriş

İlköğretimde fen ve teknoloji öğretiminin temel amaçlarından biri öğrencilere yani gelecekte toplumu oluşturacak bireylere fen ve teknoloji okuryazarlığı kazandırmaktır (MEB, 2005). Fen ve Teknoloji okuryazarlığı; bireylerin içinde yaşadıkları dünyayı bilimsel açıdan görmelerine, fark etmelerine, her gün yaşadıkları olayları bilimsel olarak yeniden düşünmelerine imkân sağlayan, bilimin günlük hayatı kolaylaştırmak ve ihtiyaçları gidermek amacıyla nasıl hayatın her alanında teknolojiye dönüştüğünü görmelerine yardımcı olan ve günümüzde en az anadil okur-yazarlığı kadar önemli bir kavramdır.

Çocukların yaşadıkları dünyayı anlayabilmeleri, karşılaştıkları problemlerin üstesinden gelebilmeleri ve ileriki yaşamlarında fen alanlarında mesleklere yönelebilmeleri için okul hayatları boyunca fen ve teknoloji eğitimi almaları gereklidir. Sürekli üretilen bilimsel bilgi ve gelişen teknoloji karşısında, çocuklara bunların hangilerinin ve ne kadarının öğretilmesi gerektiği sorusu fen eğitimcileri tarafından bir sorun olarak görülmektedir. Fen ve teknoloji öğretiminde çocuklara hayata, fen bilimlerine ve teknolojiye dair bütün bilgilerin ve bilgi türlerinin kazandırılması imkânsız olduğuna göre, çocukların gelişim özelliklerini de dikkate alarak temel fen ve teknoloji kavramlarını, bilimsel süreç becerilerini ve bilgi edinme yollarını öğretme görüşü en olası çözüm yolu olarak karşımıza çıkmaktadır (MEB, 2005).

Yaşanılan dünyada gözlenen varlıklar, nesnelere, olaylar, durumlar, vb. benzer özelliklerine göre sınıflandırıldığında her bir sınıfa verilen isme kavram denir (Karamustafaoğlu, Karamustafaoğlu ve Yaman, 2005). Fen ve Teknoloji okuryazarlığında çocukların yaşadıkları dünyayı açıklamaya çalışan temel fen kavramlarını bilmeleri, anlamaları ve günlük hayatla temel fen kavramları arasında anlamlı ilişkiler kurabilmeleri büyük öneme sahiptir (Bahar, 2006; Çepni ve Çil, 2009). Öğrencilerin bunu başarabilmeleri için kavramları doğru ve kalıcı olarak zihinlerinde yapılandırmaları gerekir. Kavramlar düşünmenin temel birimleridir. Bireylerin bir konu hakkında yeterli kavram bilgisine sahip olmadan düşünmeleri, fikir üretmeleri mümkün değildir. İnsanda öğrenme süreci, karşılaşılan her yeni durumda zihinde yeni bir kavram şeması oluşturulması şeklinde ömür boyu devam eder. Günümüzde yaygın olarak kabul gören öğrenmeyle ilgili görüşler, bireyin kavram geliştirme sürecini kendi deneyimlerinden yararlanarak kendisinin başarması gerektiğini, bu süreçte öğretmenlerin çeşitli öğrenme etkinlikleri tasarlayarak, çocukların öğrenme deneyimleri yaşamalarına rehberlik etmesi gerektiğini, yani öğrencilerin kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu üzerlerine almalarının şart olduğunu kabul etmektedirler (Bliss, 1995).

Bir kavramın; 1) isim, 2) tanım, 3) örnekler, 4) özellikler ve 5) önem olmak üzere beş önemli elemanı olduğunu Brune, Goodnow ve Austin (1956) ifade etmiştir (Akt: Chiappetta ve Koballa, 2002). Bireylerin kavram

kazanması veya oluşturması aktif bir zihinsel süreçtir ve öğrencilere kavramlarla ilgili elemanların basitçe aktarılmasından fazlasını gerektirir. Öğrenciler zihinlerindeki mevcut anlamlı kavramlarla yeni öğrenecekleri kavramları ilişkilendirebilirlerse, kavramlar arasındaki modelleri keşfedebilir ve yeni kavramın özelliklerini oluşturabilirler (Chiappetta ve Koballa, 2002). Öğrenciler okula geldiklerinde zihinleri tamamen boş değildir; dünyayla, olaylarla ve olgularla ilgili önceden oluşturdukları bilgileri, kavramları vardır. Kavramların bilimsel olarak kabul edilen tanımlarıyla öğrencilerin kendi zihinlerinde oluşturdukları tanımları arasında uyumsuzluk olduğunda bilimsel gerçeklerle çelişen kavram yanılgısı, alternatif kavramlar, ön kavramlar, alternatif çerçeveler ve çocukların bilimi gibi isimlerle anılan yanlış kavramlaştırmalar ortaya çıkar (Gilbert ve Watts, 1983; Gilbert, Osborne ve Fensham, 1982; Nakhleh, 1992; Schmidt, 1997; Schoon ve Bone, 1998; Palmer, 2001). Yanlış kavramlaştırmalar, yeni bilgilerin öğrenilmesini güçleştirebilir ve hatta imkânsız hale getirebilirler (Hewson ve Hewson, 1983; Nakhleh, 1992; Griffiths ve Preston, 1992; Pardo ve Partoles, 1995; De Posada, 1997). Öğrencilerin, okullardaki fen ve teknoloji öğretiminden önce, öğretim sırasında ve öğretim sonrasında kavram yanılgılarına sahip olabilecekleri bilinmektedir. Öğrencilerin fen kavramlarıyla ilgili yanlış anlamaları ve kavram yanılgıları; fen eğitimcileri, araştırmacılar ve öğretmenler için temel sorunlardan biridir (Ebenezer, 1992).

Okullarda fen ve teknoloji derslerinin işleniş biçimi, öğrencilerin kavram geliştirmesinde ve düşünce yapılarının gelişmesinde önemli role sahiptir. Öğretmenlerin derslerde tercih ettikleri öğretim stratejileri, yöntemleri, teknikleri, tasarlanan deneyler ve etkinlikler, ders kitaplarının ve öğretmenlerin kullandığı dil gibi birçok faktör öğrencilerin kavram geliştirme süreçlerini etkiler. Öğretmenlerin, alan bilgilerinin yeterli olması kadar, bir konu ya da kavramın nasıl öğretileceği konusunda da yeterli bilgi, beceri ve inançlara sahip olmaları gerekir (Carey, 2004; Smith ve Gillespie, 2007; Smith ve Southerland, 2007). Ancak, yapılan birçok çalışma, öğretmenlerin alan bilgilerinin de her zaman yeterli düzeyde olmadığını, hatta bilimsel olarak kabul edilemeyecek birçok düşünceye sahip olduklarını göstermiştir (Kruger ve Summers, 1988; Kruger, Palacio ve Summers, 1992; Kolomuç ve Tekin, 2011). Öğretmenler, fen eğitiminde yapılan reformların başarılı olmasında belirleyici faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Fullan, 1991; Bybee, 1993; National Research Council, 1996; Rivkin, Hanushek ve Kain, 2005). Geçmişte birçok ülkede başarılı olmuş fen öğretim programlarının ülkemizde başarılı olamamasında, yeni programların gereklerini yeterince anlayamamış ve uygulayamamış öğretmenlerin rolü büyük olmuştur (Baki, Çepni, Akdeniz ve Ayas, 1996). Bu bağlamda öğretmenlerin alan, öğretmenlik meslek ve genel kültür bilgilerinin ve becerilerinin yeterli düzeyde olması gerekir.

İlköğretim programları fen ve sosyal bilimlerin alanlarının birçok temel kavramını içermektedir. Sınıf öğretmenleri, birçok ülkede öğrencilerin ilk fen kavramlarını oluşturmalarına rehberlik ederler. Ancak sınıf öğretmenlerinin her zaman fenin temel kavramları ve fen öğretimi konusunda yeterli donanıma

sahip olmadıklarını ortaya koyan çalışmalara rastlanmaktadır (Levitt, 2001; Uluçınar, Doğan ve Kaya, 2008). Ancak ilköğretim programlarının bir sonraki öğrenim kademesine temel teşkil eden bilgi, beceri ve kavramları içerdiği dikkate alındığında, sınıf öğretmenlerinin alanlarına yönelik kavram bilgilerine sahip olmaları gerekir.

İlköğretim Fen ve teknoloji öğretim programı; madde ve özellikleri, maddenin halleri, maddenin tanecikli yapısı, çözünme, erime, donma, fiziksel-kimyasal değişme gibi birçok temel kimya kavramı içermektedir. Kimya kavramlarının soyut nitelikleri düşünüldüğünde, kavramların sınıf öğretmenleri tarafından etkili ve doğru öğretilmesi için, öğretmenlerin kavram bilgilerinin yeterli düzeyde olması gerekir. Yapılan çalışmalar, öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin çeşitli kimya kavramlarını anlamakta güçlük çektiklerini göstermektedir (Haidar ve Abraham, 1991; Abraham, Grzybowski, Renner, Marek, 1992; Abraham, Williamson, Westrook, 1994; Bayram, Sökmen, Salan, 1997; Johnson, 2000; Ebenezer, 2001; Johnson, 2002; Goodwin, 2002; Çalık ve Ayas, 2005; Liu ve Lesniak, 2006; Birinci Konur ve Ayas, 2008; Kalın ve Arıkıl, 2010; Kolomuç ve Tekin, 2011). Bununla birlikte laboratuarda yapılan deneyler sonrasında kimya kavramlarının anlaşılma düzeyiyle ilgili fazla çalışma bulunmamaktadır.

Laboratuar destekli kimya eğitimi, öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal açıdan başarısını artırmaktadır. Morgil, Seyhan ve Seçken (2009) çalışmasında öğretmen adaylarının proje destekli laboratuar uygulamaları sonrasında kimyaya yönelik tutumlarını, bilimsel işlem becerilerini, kimya laboratuvarına yönelik tutumlarını ve kaygılarını ölçmüşler; öğretmen adaylarının tutumlarında pozitif yönde bir artış olduğunu, kaygı düzeylerinde ise azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Bilimsel işlem becerilerinde de olumlu artış gözlenmiştir. Lagowski (1989), Lazarowitz ve Tamir (1994) gibi araştırmacılar kimyanın iyi bir şekilde öğretimi için laboratuvarın vazgeçilmez olduğunu belirtmişler, öğrencilerin deneylerle teorik bilgileri birleştirdiğini böylece laboratuarda çalışma veriminin arttığını vurgulamışlardır. Tobin (1990) laboratuar aktivitelerinin öğrencilerin anlayarak öğrenmesine imkân verdiğini aynı zamanda bilim yaparak öğrenmenin yani deney yapmanın bilgi yapılandırma sürecinin bir parçası olduğunu belirtmiştir. Gunstone (1991) ise, laboratuarda yapılan deneyler sırasında öğrencilerin bilgilerini yeniden yapılandığı fakat bunun bilimsel fikirlerin geliştirilmesi açısından çok karmaşık bir süreç olduğunu ifade etmiştir.

Bu araştırmanın amacı sınıf öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adaylarının Fen ve Teknoloji Laboratuar Uygulamaları dersi kapsamında yaptıkları kimya deneyleri sonrasında maddenin yapısı, çözünme-çözelti, fiziksel-kimyasal değişme ve tepkime türleri kavramlarıyla ilgili anlama düzeylerini belirlemektir.

## Yöntem

### *Araştırma Modeli*

Bu çalışmanın araştırma modeli *Örnek Olay Tarama Modeli*'dir. Bu model evrendeki belli bir ünitenin (birey, aile, okul vb.) derinliğine ve genişliğine, kendisi ve çevresi ile ilişkilerini belirleyerek, o ünite hakkında bir yargıya varmayı amaçlayan tarama düzenlemeleridir (Karasar, 2005). Örnek olay yöntemi daha çok nasıl, niçin ve ne sorularına cevap aramak için uygulanır (Çepni, 2007).

### *Araştırma Çalışma Grubu*

Araştırmaya 2010-2011 öğretim yılında Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Programında öğrenim gören dört sınıftan toplam 193 öğrenci katılmıştır. Sınıf öğretmenliği programında Genel Kimya dersi birinci sınıftadır. İkinci sınıfta Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersi vardır. Laboratuvar uygulamaları dersinin işlenişi fizik/kimya/biyoloji laboratuvar deneyleri şeklindedir. Bu araştırmada araştırmacılar tarafından yürütülen kimya deneylerine katılan öğrenciler örneklem olarak seçilmiştir.

### *Veri Toplama Araçları*

Araştırma verileri iki basamakta toplanmıştır. İlk olarak kimya laboratuvar deneylerinden belirlenen maddenin yapısı, çözünme ve çözeltiler, fiziksel ve kimyasal değişim, tepkime türleri konularının bilişsel alan davranışlarını ölçmeye yönelik bir test geliştirilmiştir. Daha sonra seçilen 8 öğretmen adayıyla yarı yapılandırılmış mülakat yürütülmüştür.

Geliştirilen başarı testi; çözelti hazırlama, iyonik ve moleküler çözünme modelleri, doymamış/doymuş/aşırı doymuş çözelti modelleri, fiziksel ve kimyasal değişimin günlük yaşamdan örneklerde tanınması, tepkime çeşitlerinin belirlenmesi, maddenin yapısı ile ilgili çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular içermektedir. Açık uçlu sorularda öğrencilerden modellerle ilgili çizim yapmaları, fiziksel veya kimyasal değişim cevaplarıyla ilgili gerekçelerini belirtmeleri, maddenin yapısıyla ilgili etkinlik tasarımları, katı-sıvı ve sıvı-sıvı çözeltileri hazırlamaları, verilen madde ikililerinden hangilerinin çözelti oluşturacağını belirtmeleri istenmiştir. Testten alınacak en yüksek puan 34'tür. Başarı testinin güvenilirliği için KR-20 değeri 0,68 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ölçme aracının güvenilirliği açısından orta düzeyde olarak yorumlanabilir (Büyüköztürk, 2002).

Öğretmen adaylarının test başarıları hesaplanmış; başarısı düşük, orta ve yüksek düzeyde olan üçer öğrenci seçilerek 8 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Maddenin yapısı, fiziksel ve kimyasal değişim, çözelti ve tepkime türleri ile ilgili 4 soru sorularak öğrencilerden bilgi alınmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adaylarına uygulanan başarı testinden elde edilen bulgular Tablo 1’de özetlenmiştir. Tablo 1 incelendiğinde, maddenin yapısı, fiziksel ve kimyasal değişme, tepkime türleri, çözeltiler ve çözünme kategorilerindeki soruların içerikleri ve bu sorulara verilen doğru/yanlış cevap yüzdeleri görülmektedir.

**Tablo 1.** Testteki soruların içerikleri ve öğrenci cevaplarının analizi

Kategori	Soru içerikleri	Doğru cevap		Yanlış cevap		
		N	%	N	%	
Maddenin yapısı	Etkinlik tasarlama	135	70	58	30	
	Tanecik enerjileri	90	47	103	53	
	Genel özellikleri	168	87	25	13	
	Tanecik boşluk dağılımı	181	94	12	6	
Fiziksel kimyasal değişim	Kimyasal değişim	187	97	6	3	
	Fiziksel değişim	173	90	20	10	
	Fiziksel değişim tepkime gösterimi	84	43	109	57	
	Kimyasal değişim tepkime gösterimi	148	77	45	23	
	Kimyasal değişim tepkime gösterimi	135	70	58	30	
	Kimyasal değişim tepkime gösterimi	166	86	27	14	
	Kimyasal değişim tepkime gösterimi	137	71	56	29	
	Fiziksel değişim örneği	157	81	36	19	
	Kimyasal değişim örneği	163	85	30	15	
	Fiziksel değişim örneği	153	80	40	20	
	Kimyasal değişim örneği	161	83	32	17	
	Fiziksel değişim örneği	168	87	25	13	
	Tepkime türleri	Nötralleşme	44	23	149	77
		Kompleksleşme	149	77	44	23
Redoks		42	22	151	78	
Çöktürme tepkimesi		111	57	82	43	
Çöktürme tepkimesi model gösterimi		16	8	177	92	
Kompleksleşme tepkimesi		156	81	37	19	
Çözeltiler çözünme	İyonik çözünme modeli	75	39	118	61	
	Moleküler çözünme modeli	67	35	126	65	

Doymamış çözelti modeli	118	61	75	39
Doymuş çözelti modeli	117	61	76	39
Aşırı doymuş çözelti modeli	118	61	75	39
Sıvı-sıvı çözelti hazırlama	93	48	100	52
Katı-sıvı çözelti hazırlama	93	48	100	52
		Doğru cevap sayısı (%)		
	0	1	2	3
Çözelti oluşturabilen maddeler	13 (6,7)	72 (37,3)	78 (40,4)	30 (15,5)

Tablo 1'e bakıldığında, öğretmen adaylarının maddenin yapısı ile ilgili soruları yüksek oranda doğru cevapladıkları görülmektedir. Adaylar; kütle, hacim, tanecikli yapı ve eylemsizliğin maddelerin genel özellikleri olduğunu %94 oranında doğru cevaplamışlardır. İlköğretim I. kademesinden itibaren bu konuların okullarda sürekli işlendiği düşünülürse bu başarının yüksek olması sevindiricidir.

Maddenin hali ile sahip olduğu kinetik enerji arasındaki ilişkiyi sorgulayan soruya öğretmen adaylarının %47'si doğru 53'ü yanlış cevap vermiştir. Bazı öğrencilerin cevaplarından "*katı maddeyi oluşturan taneciklerin kinetik enerjilerinin en yüksek olduğu*" şeklinde görüşün olduğu anlaşılmıştır. Bu durum hem ilginç hem de şaşırtıcıdır. Çünkü katıdan gaza doğru hal değişimi süreci maddeyi ısıtarak enerji vermeyi gerektirir. "Buzun bir behere konulup ısıtıcı üzerinde ısıtarak su haline geçişini inceleme deneyi" fen ya da kimya derslerinde ve laboratuvarlarda mutlaka yapılan bir deneydir. Katı haldeki maddenin kinetik enerjisinin en fazla olduğu yönündeki düşüncenin öğretmen adaylarının yarısında görülmesi; deneysel olarak gözlenen "*buzu ısıtarak eritme*" olayının kavramsal olarak yeterince anlaşılmadığı şeklinde yorumlanabilir. Çünkü katı bir maddeye enerji verilmesi mikroskobik düzeyde taneciklerin kinetik enerjilerinin sürekli artmasını sağlar. Bu açıklamalar kimya derslerinde ve laboratuvarlarda sıklıkla yapılırsa da öğretmen adayları bunları yeterince kavrayamamışlardır. Bu bağlamda hal değişimi kavramının ezbere öğrenildiği, katıdan gaza doğru hal değişimini sağlayan "ısı enerjisi" değişkeninin tam anlaşılmamış olduğu yani anlamlı öğrenilmediği söylenebilir. Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek (2003) çalışmasında lise ve üniversite öğrencileriyle çalışmış ısı ve sıcaklıkla ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını araştırmıştır. Öğrencilerin ısı ve sıcaklığı aynı kavram olarak gördüklerini, hal değişimi ile ilgili düşüncelerinde de bazı yanlışlar içinde olduklarını tespit etmiştir. Bunun yanında ilköğretim I. ve II. kademeye yönelik kitaplarda maddenin hallerinin enerjileriyle ilgili karşılaştırmalar üzerinde çok fazla durulmadığını ifade eden araştırmalar vardır (Abraham, Williamson, ve Westbrook, 1992; Abraham, Grzybowski, Renner ve Marek, 1994; Çalık ve Ayas, 2005). Oysaki hal

değişimi için “enerji” değişkeninin mutlaka kavranması gerekir. Aksi takdirde öğrenciler erime olayında enerji verilmesi gerektiğini ihmal ederek “erime ile çözünme” kavramlarını birbiri yerine kullanmaktadır.

Öğretmen adayları “Maddenin tanecikli yapısını ilköğretim öğrencilerine kavratmak amacıyla bir etkinlik tasarlayınız.” sorusunu %70 oranında doğru cevaplamıştır. Doğru cevap yüzdesinin yüksek olmasının nedeni laboratuarda benzer deneylerin yapılması olabilir. Öğretmen adaylarının tasarladığı öğretim etkinlikleri incelendiğinde, çoğunun laboratuarda yapılan deneysel çalışmalarla paralellik gösterdiği görülmüştür. Bu sonuçlar yaparak yaşayarak öğrenmenin ve deneysel çalışmaların etkililiğini bir defa daha göstermiştir (Odubunni ve Balagün, 1991).

Öğretmen adaylarının günlük hayatta karşılaşılan bazı olayların ne tür değişim olduğunu anlama düzeylerini tespit için sorulan sorular aşağıdadır.

**“Soru 3. Aşağıdakilerden hangisinde kimyasal bir değişim yoktur?”**

- a) Hamurun kabarması                      b) Yanardağ patlaması  
c) Yumurtanın haşlanması                d) Yaprakların sararması  
e) Saçın kesilmesi\*

**Soru 4. Aşağıdakilerden hangisi fiziksel değişim değildir?**

- a) Buzun erimesi  
b) Şeker atılan çayın tatlanması  
c) Sütten peynir yapılması\*  
d) Akşamları gökyüzünün renginin maviden kızıla dönüşmesi  
e) Yoğurttan ayran yapılması”

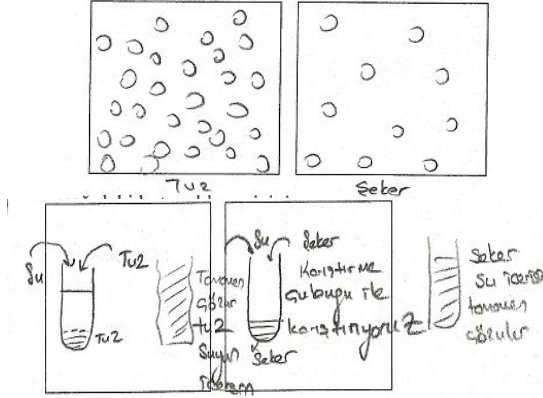
Öğretmen adaylarının %97’si 3. soruyu, %90’ı 4. soruyu doğru cevaplamıştır. Bu bulgular öğretmen adaylarının fiziksel ve kimyasal değişme kavramlarına günlük hayattan örnekler verme konusunda üst düzeyde anlamaya sahip olduklarını göstermiştir. Adayların laboratuarda fiziksel-kimyasal değişme deneylerini yapmaları bu kavramlarının anlamalarında etkili olduğu söylenebilir.

Testin 5. sorusunda öğrencilere 10 tane tepkime denklemi verilmiş ve değişimin türünü nedeniyle beraber açıklamaları istenmiştir. Bu tepkime denklemlerinde çözünme, patlama, ısıtma, erime, asit-baz, çöktürme gibi tepkime örnekleri verilmiştir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı, verilen denklemlerin fiziksel veya kimyasal değişim olma durumunu doğru belirlemiştir. Cevaplarda dikkati çeken bir nokta şudur: “Şekerin çözünmesi” ifadesi %80 oranında fiziksel değişim olarak nitelenirken; “ $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ” ifadesi %43 oranında fiziksel değişim olarak nitelenmiştir. Şekerin de tuzun da suda çözünmesi fiziksel değişim olmasına rağmen tuzun suda çözünmesi kimya dili ile ifade edildiğinde öğrencilerin doğru cevap yüzdesi düşmüştür. Bu bulgu öğretmen adaylarının kimyasal sembollerle gösterilen değişimlerin türünü belirlemede ve iyonik çözünme kavramının anlaşılmasında zorlandıklarını göstermiştir. Bu zorluğun aşılmasında kimyanın üç gösterim seviyesini oluşturan makroskobik, mikroskobik ve sembolik

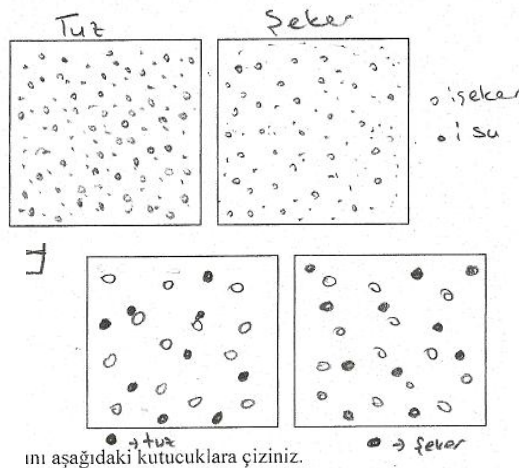


ifadelerin birleştirilmesi tavsiye edilmektedir. Kimyanın moleküler ve sembolik seviyelerinin olması sık sık öğrencilerin başarısız olmasına neden olmaktadır (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1987; Nakhleh, 1992). Ancak birçok öğrenci bu üç gösterim seviyesi arasında bağlantı kuramamaktadır (Gabel, 1999). Bu çalışmada da öğrenciler kendileri deneyleri yaptıkları, açıklamaları dinledikleri ve sonra da eşitlikleri yazdıkları halde anlama sorunları yaşamışlardır. Çalışmanın bulguları literatürle uyumludur.

$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  değişiminin kimyasal olduğu yarı yarıya yazılmıştır. Bu bulgu iyonik çözünme kavramının anlaşılmasında zorluklar olduğunu göstermiştir. Nitekim “Tuz ve şekerin suda çözünmesini gösteren görsel modeli çiziniz.” sorusunda yapılan çizimlerin çok azı tuzun iyonlaştığına vurgu yapmıştır (Şekil 1 ve Şekil 2). Bir öğretmen adayı tuzun suda çözünmesi için “kimyasaldır, çünkü tuz elementlerine ayrılıyor” açıklamasını yazmıştır. Bu durum “iyon ve iyonlaşma” kavramının tam anlaşılmadığını göstermiştir.



Şekil 1. Öğretmen adayları tarafından çizilen tuz ve şekerin çözünme modelleri-I

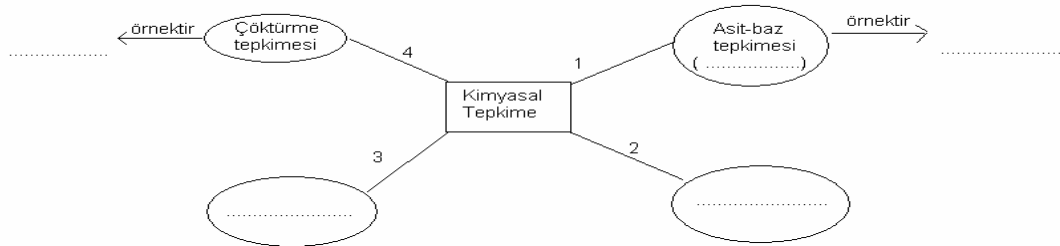


Şekil 2. Öğretmen adayları tarafından çizilen tuz ve şekerin çözünme modelleri-II

Öğretmen adaylarının değişim türlerini tespitinde kullandıkları düşünce kalıpları değişimin neden fiziksel ya da kimyasal olduğunu açıklarken yazdıkları gerekçeler yoluyla tespit edilmiştir. Öğretmen adayları verilen tepkimelerin neden fiziksel değişim olduğunu açıklarken “çünkü tuzu geri elde ederiz, şekeri geri elde ederiz.”, “erime sadece görüntüsünde değişime neden olur”, “çünkü birbirinden tekrar ayırırız.”, “bu karışım ayrıldığında yine aynı maddeler ortaya çıkar”, “buharlaştırma ile tekrar tuz/şeker elde edilir.”, “kolonya damıtma ile ayrıldığında alkol ve suyu yeniden elde ederiz.” gibi açıklamaları tercih etmişlerdir. Bu açıklamalar fiziksel değişimi kavramlaştırma “yeniden elde etme” kriterini dikkate aldıklarını göstermektedir. Açıklamaların bazıları damıtma, süzme, buharlaştırma gibi ayırma yöntemlerine vurgu yapmaktadır.

Öğretmen adayları verilen tepkimelerin neden kimyasal değişim olduğunu açıklarken “sonunda karbondioksit kabarcıkları açığa çıkar”, “sonunda çökelek oluşur.”, “asit-baz tepkimesidir. Sonunda tuz ve su açığa çıkar”, “yapısını kaybeder”, “yanma-patlama olayları kimyasaldır”, “patlama sonunda havai fişek tekrar eski haline dönmeyiz”, “şeker ısınarak yapısında ve renginde bozulmalar olur. Eski haline gelmez.” gibi açıklamalar yapmışlardır. Bu açıklamalar çerçevesinde, öğretmen adaylarının kimyasal değişimi tespit ederken kimyasal değişimin göstergelerini kullandıkları söylenebilir. Karbondioksit gibi gaz çıkışı, renk değişimi, çökme, yanma, patlama olayları kimyasal değişimin algılanabilen göstergeleridir. Öğretmen adayları bu değişimleri verilen tepkime denklemlerinde tespit edebilmiştir. Asit-baz tepkimesinin kimyasal olduğunu %71 oranında doğru cevaplanmışlardır. Öğretmen adaylarının kimyasal değişimi tespitinde kullandıkları düşünce kalıplarından bazıları derslerde sıkça yapılan açıklamalara da vurgu yapmaktadır. Özellikle “eski haline geri dönemeyiz” ifadesi bu tarz bir ifadedir. Çalık ve Ayas (2005) da çalışmasında öğrencilerin kimyasal değişimi açıklamada eski haline dönememe ölçütünü kullandıklarını ifade etmiştir.

Bir başka soruda öğretmen adaylarına kimyasal tepkime türleri ile ilgili kavram haritası tamamlama şeklinde bir soru yöneltilmiştir (Şekil3).

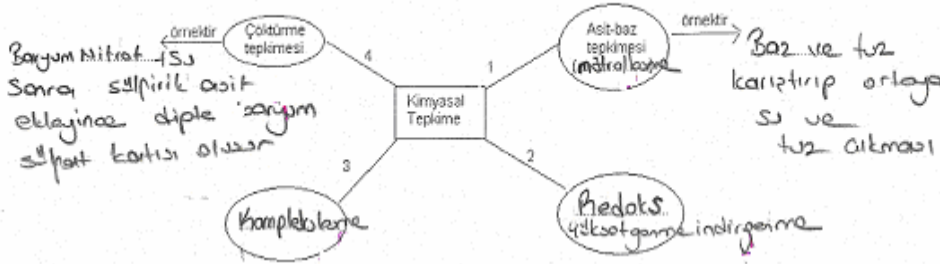


Şekil 3. Kavram haritası tamamlama şeklinde sorulan tepkime türleri sorusu

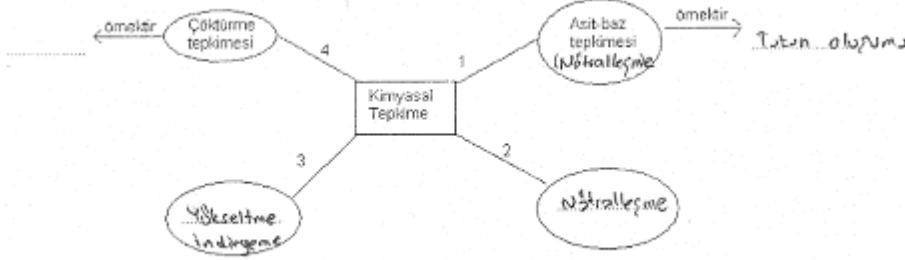
Öğretmen adayları bu soruyu cevaplama da oldukça zorlanmışlardır. Asit-baz tepkimesine örnek yazmada %23 oranında doğru cevap vermişlerdir. Boş bırakılan yerlere %22 oranında yükseltgenme-indirgenme (redoks)

tepkimesi, %77 oranında kompleksleşme tepkimesi yazmışlardır (Şekil 4). Bazı öğretmen adayları da yanma tepkimelerini yazmışlardır. Ancak çoğunlukla örnek yazamamışlardır (Şekil 5).

12. Aşağıdaki kavram haritasını tamamlayınız.



Şekil 4. Öğretmen adayları tarafından tamamlanmış bir kavram haritası



Şekil 5. Öğretmen adayı cevaplarından bir örnek

Tepkime türlerini tespit için sorulan soruda oldukça iyi başarı gösteren öğretmen adayları, bu soruda daha yetersiz kalmışlardır. Bu bulgulardan hareketle, öğretmen adaylarının öğrendikleri bilgileri farklı durumlara uyarlanmada sorunları olduğu yani kavramların tam öğrenilmediği söylenebilir. Bu durum şöyle yorumlanabilir; ilköğretimin birinci kademelerinden itibaren sınav sisteminden dolayı öğrenciler çoktan seçmeli sorulara alışmaktadırlar. Öğrencilere farklı bir soru stili yöneltildiğinde, aynı başarıyı gösterememektedirler. Yılmaz, Erdem ve Morgil (2002) çalışmasında, öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavram yanlışlarını araştırmışlar; çoktan seçmeli, açık uçlu ve kısa cevaplı testler kullanmışlardır. Verilen cevapların analizi sonucunda çoktan seçmeli test lehine sonuç bulmuşlardır. Açık uçlu soruların kavram yanlışlarının tespitinde önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bu bağlamda öğrencilerin farklı soru yapılarına alışmaları açısından alternatif ölçme-değerlendirme araçlarının daha yaygın kullanılması önerilebilir.

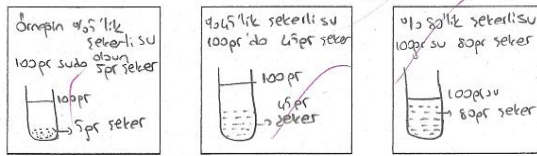
“ $AgNO_3$  (gümüş nitrat) ve  $NaCl$  (sodyum klorür) sulu çözeltileri karıştırıldığında aşağıdaki gösterimlerden hangisi karışımı en iyi temsil eder?”

a)	b)	c)	d)	e)
$Na^+$ (suda) $Cl^-$ (suda) $Ag^+$ (suda) $NO_3^-$ (suda)	$Ag^+$ (suda) $Cl^-$ (suda) $NaNO_3(k)$	$Na^+$ (suda) $NO_3^-$ (suda) $AgCl(k)$	$AgCl(k)$ $NaNO_3(k)$	$Na^+$ (suda) $Cl^-$ (suda) $AgNO_3(k)$

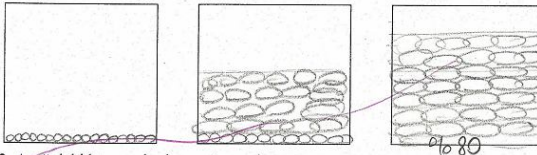
Bu soruya verilen doğru cevap yüzdesi sadece %8'dir. Öğretmen adaylarının %92'si bu soruda doğru cevap olan c seçeneğini işaretleyememiştir. Bu durum öğretmen adaylarının farklı gösterim şekillerini yorumlamada zorlandıklarını, sadece yazılı cevap gerektiren ya da çoktan seçmeli olan sorulara alışık olduklarını göstermiştir. Öğretmen adaylarının tepkime tamamlama ve oluşan hangi maddelerin çökebileceğini tahmin etmede sıkıntıları oldukları söylenebilir. Bu konuya derslerde daha fazla yer verilmesi önerilebilir.

Başarı testinin 10. sorusunda tuz ve şekerin suda çözünmesini gösteren modeli verilen kutucuklara çizimleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının çoğu çizimleri yapmada yetersiz kalmıştır (Şekil 1 ve Şekil 2). Çalık, Ayas ve Ünal (2006) çalışmalarında çözünme kavramının anlaşılma düzeyini yaşa göre araştırmışlar, öğrencilerin şekerin suda iyonlaştığını düşündüklerini tespit etmişlerdir. Bunun yanında öğrencilerin yaptıkları çizimler homojen dağılıma dikkat edilmediğini göstermiştir. Çözünme kavramının anlaşılmasında her öğrenci seviyesinde sorunlar olduğunu bulmuşlardır. Başarı testinin 11. sorusunda “%5lik, %45lik ve % 80'lik çözeltilerin dağılımını aşağıdaki kutucuklara çiziniz.” diye sorulmuştur. Öğretmen adaylarının çizimlerinin %61'i doğru %39'u yanlış olmuştur (Şekil 6, Şekil 7).

11. %5lik, %45lik ve % 80lik çözeltilerin dağılımını aşağıdaki kutucuklara çiziniz.



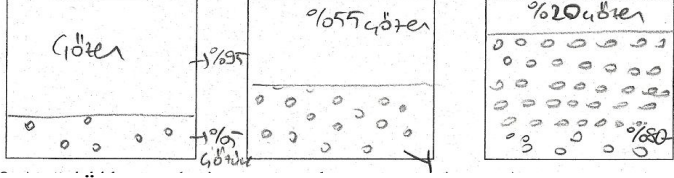
11. %5lik, %45lik ve % 80lik çözeltilerin dağılımını aşağıdaki kutucuklara çiziniz.



12. Aşağıdaki kavram haritasını tamamlayınız

Şekil 6. Öğretmen adaylarının yanlış çizimlerinden örnekler

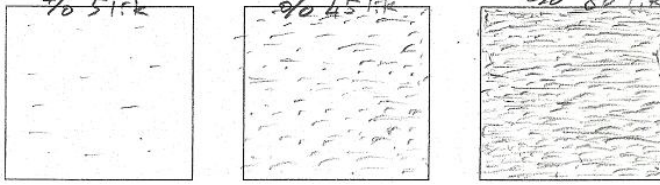
11. %5lik, %45lik ve % 80lik çözeltilerin dağılımını aşağıdaki kutucuklara çiziniz.



Şekil 7. Öğretmen adaylarının yanlış çizimlerinden bir örnek

Yanlış çizimlerde dikkat çeken bir nokta verilen kutucuğun %5'lik çözelti için çok az bir kısmının, %45'lik için yarı yarıya, %80'lik için büyük oranda doldurulmuş olmasıdır. Bir karışımın çözelti olması için gereken homojenlik şartını bu çizimlerde görmek mümkün değildir. Öğretmen adayları seyreltik, derişik çözelti kavramlarını görsel bir modelle göstermede zorlanmışlardır. Şekil 8'de doğru kabul edilen bir çizim verilmiştir.

11. %5lik, %45lik ve % 80lik çözeltilerin dağılımını aşağıdaki kutucuklara çiziniz.



Şekil 8. Öğretmen adaylarının doğru çizimlerinden bir örnek

Bu çizimler, birçok öğretmen adayının zihninde çözelti kavramının hiç de doğru yapılandırılmadığını göstermesi açısından dikkate değerdir. Çözeltiyi oluşturan maddelerin homojen dağılması gereğini çizimlerde görmek mümkün olmamıştır. Bunun yanında şeker ve tuz çözeltilerini birbirine benzer çizimleri iyonik ve moleküler çözünme kavramlarının tam olarak anlaşılmadığı şeklinde yorumlanabilir. İyonik çözünmede %61.1'i, moleküler çözünmede %65.3'ü yanlış cevaplar vermişlerdir. İlgili literatür incelendiğinde çözünme konusunda ilköğretim, ortaöğretim ve üniversitenin her aşamasında bu konuda sıkıntıların olduğunu göstermektedir (Kalın ve Arılık, 2010; Şimşek, 2009; Liu ve Ebenezer, 2002). Bunun yanında öğretmen adaylarının uygulamalar esnasında çözünme olayını görsel bir modelle göstermekten korktukları gözlenmiştir. Bu bulgular çerçevesinde öğretmen adaylarının soyut bir olayı ya da kavramı görsel bir modelle ifade etme konusunda da sıkıntıları olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının doymuş, doymamış, aşırı doymuş çözeltilerle ilgili sorunları olmamasına rağmen, çözelti meydana getirebilen karışımlarla ilgili soruya çok yetersiz cevaplar verdikleri görülmüştür.

“Aşağıda verilen madde ikililerinden hangileri çözelti oluşturur?”

- Gerekenizi belirtiniz. 1. Kolonya-su 2. Talaş-su  
3. Yoğurt-soda 4. Tiner-yağ 5. CO<sub>2</sub>- şekerli su  
6. su-mürekkep 7. su- kakaolu süt 8. yağ- sulu boya”

Bu soruda tam doğru cevap verenlerin yüzdesi %15.5'tir. En çok doğru cevap kolonya-su için verilmiştir. Birçok öğretmen adayı su-kakaolu süt çiftinin çözelti oluşturacağını düşünmüştür. Oysaki süt heterojen bir karışımdır. Bu bulgular çerçevesinde, öğretmen adaylarının maddelerin birbiri içinde çözünmesinde geçerli olan 'benzer benzeri çözer', 'apolar maddeler apolar çözücülerde çözünür, polar maddeler polar çözücülerde çözünür' gibi kuralları tam olarak kavrayamadıkları söylenebilir. Koray, Akyaz ve Köksal (2007) yaptıkları çalışmada 9, 10 ve 11. sınıf öğrencilerinin çözünürlük kavramını günlük hayatla ilişkilendirilmesini araştırmıştır. Öğrencilerin bir kısmı tiner-yağlı boya karışımını çözelti olarak düşünmemiştir. Su ve undan hamur oluşturmayı da çözünme olarak görmüşlerdir. Gazozların soğukta saklanmasını bazı öğrenciler serinlik hissi versin diyerek açıklamışlardır. Bu sonuçlar çözünme ile ilgili anlama sorunlarının çeşitli öğrenci gruplarında olduğunu göstermiştir.

Testin bir başka sorusunda 0.1 M 250 mL NaOH çözeltisinin nasıl hazırlandığı sorulmuştur. Bu sorunun doğru cevaplanma yüzdesi %48'dir. Bu soruyu bir çok kişi boş bırakmıştır. Öğretmen adaylarının molarite formülünü kullanarak mol sayısını hesapladığı ancak hesap hataları yüzünden doğru cevap veremedikleri gözlenmiştir. Birçok kişi 250 mL'yi litreye çevirirken bile hata yapmıştır. "0.5 M 500 mL HCl çözeltisi hazırlanırken hangi işlemler yapılır?" sorusu da %48 oranında doğru cevaplanmıştır. Bu sorularda başarı yüzdesinin düşük olması, öğretmen adaylarının derişim birimlerini kullanarak ve gereken hesaplamaları yaparak derişimi belli çözelti hazırlama sürecini yeterince anlamadıklarını göstermiştir. Kimya dersi ile kimya laboratuvar uygulamaları derslerinin aynı dönemlerde olmaması, teori ile uygulamanın birleştirilmesini zorlaştırabilir. Basit kimya deneyleri için hassas derişimlerde çözeltiler kullanımına gerek görülmemektedir. Bu durumda öğretmen adayları laboratuvar ortamında derişimin önemine vurgu yapan deneyleri yapmadıkları için deneyim eksikliği oluşmaktadır. Bu sorunun giderilmesinde kimya laboratuvarında rastgele ölçümlerle yapılan (örneğin deney tüpünün yarısına kadar su koyup, sonra da yarım spatül tuz ekleme gibi) çözünme, çözelti hazırlama deneyleri değil de derişimi belli olan çözünme ve çözelti hazırlama deneylerini daha fazla yaptırmak bir çözüm olabilir.

Başarı testinin sorularına verilen cevapların doğru/yanlış cevap analizinden sonra betimsel analizi de yapılmıştır. Tablo 2'de sorulara verilen cevapların betimsel analizi kategorilere göre sunulmuştur.

**Tablo 2.** Öğrencilerin cevaplarının kategorilere göre betimsel analizi

	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart sapma
Maddenin yapısı	193	0.00	4.00	2.44	0.93
Fiziksel-kimyasal değişim	193	2.00	12.00	9.49	2.08
Tepkime türleri	193	.00	6.00	2.70	1.23
Çözünme-çözeltiler	193	2.00	12.00	6.98	2.46
Toplam	193	7.00	31.00	21.62	4.31

Tablo 2'ye göre başarı testinin alt boyutlarından alınan puanların açıkladığı başarı yüzdesi sırasıyla maddenin yapısı ve özellikleri için %61, fiziksel-kimyasal değişim için %79.1, tepkime türleri için %45, çözünme-çözeltiler için %58.2 ve toplamda başarının %69.7 olduğu belirlenmiştir. Yapılan analizler çerçevesinde, tepkime türleri ile ilgili sorulardaki başarının daha düşük olduğu söylenebilir. Başarı testinin alt boyutları arasında ilişki olup olmadığı Pearson momentler çarpımı korelasyonu ile analiz edilmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** *Testin alt boyutları arasındaki korelasyon analizi sonuçları*

		Madde	Değişim	Tepkime	Çözünme
Madde	r	1	.159*	.082	.219**
	p	.	.027	.255	.002
Değişim	r	.159*	1	.218**	.196**
	p	.027	.	.002	.006
Tepkime	r	.082	.218**	1	.134
	p	.255	.002	.	.064
Çözünme	r	.219**	.196**	.134	1
	p	.002	.006	.064	.

\* p<0.05 \*\* p<0.01 N:193

Korelasyon analizi sonuçlarına göre maddenin yapısı alt boyutu ile fiziksel-kimyasal değişim ( $r=0.159$ ;  $p<0.05$ ) ve çözünme-çözelti alt boyutları ( $r=0.219$ ;  $p<0.01$ ) arasında düşük düzeyde pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmuştur. Fiziksel-kimyasal değişim alt boyutu ile maddenin yapısı, tepkime türleri ( $r=0.218$ ;  $p<0.01$ ) ve çözünme-çözelti ( $r=0.196$ ;  $p<0.01$ ) alt boyutları arasında düşük düzeyde pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmuştur.

Tepkime türleri alt boyutu ile maddenin yapısı alt boyutu arasında ilişkinin anlamlı olduğu, diğerleriyle anlamlı ilişki olmadığı belirlenmiştir. Çözünme-çözeltiler ile maddenin yapısı ve fiziksel-kimyasal değişim alt boyutları arasında anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkinin analizinde  $r<0.3$  olması düşük düzeyde ilişki olarak yorumlanır (Büyüköztürk, 2002). Buna göre, alt boyutlardan birinde doğru cevaplama oranı artarken diğerinde de artış olduğu söylenebilir.

### **Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular**

Sınıflardan rastgele belirlenen 8 öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Mülakatlarda toplam 4 soru sorulmuş ve verilen cevaplar soru soru değerlendirilmiştir.

“Soru 1. Maddenin yapısı hakkında neler söyleyebilirsiniz? Etkinliklerle anlatınız.” Bu soruya öğretmen adaylarının verdikleri cevapların frekansları Tablo 4’tedir.

**Tablo 4.** Maddenin yapısı ile ilgili mülakat sorusuna verilen cevapların dağılımı

Görüş cümlesi	f
Kütlesi, hacmi ve eylemsizliği olan her şey maddedir.	6
Madde tanecikli yapıdadır.	5
Maddenin katı, sıvı ve gaz hali vardır.	8
Katıların tanecikleri arasındaki boşluklar en azdır.	7
Sıvıların tanecikleri arasındaki boşluklar biraz daha fazladır.	6
Gazların tanecikleri arasındaki boşluklar çok çok fazladır.	5
Maddenin yapıtaşı atomdur.	3
Madde moleküllerden oluşur.	3
Sıvılar akışkandır ve bulunduğu kabın şeklini alır.	3
Katı tanecikleri birbirine en yakın olduğu için sıkıştırılmaz, şeklini korur.	2

Bu soruya verilen cevaplar öğretmen adaylarının maddenin yapısını ve genel özelliklerini kavradıklarını göstermiştir. Bu mülakat bulgusu başarı testinde elde edilen bulguyla da uyumludur. Bir öğretmen adayı:

*“Katı maddelerdeki taneciklerde sadece titreşim ve dönme hareketi vardır, sıvılarda taneciklerin hareketi daha serbesttir, gazlarda ise tanecikler birbirinden bağımsız serbestçe hareket eder”* ifadesini kullanmıştır. Bir başka öğretmen adayı da;

*“Gaz halinde maddeler arası boşluklar daha da artar uçuculuk vardır. Katı taneciklerin enerjisi daha fazladır çünkü aynı hacimde daha fazla atom vardır, sıvıda ise aynı hacimde katıdan daha az atom vardır, gazda ise daha azdır”* cevabı ile maddenin hali ile taneciklerin sahip olduğu kinetik enerji hakkında kavram yanılgısı olduğunu göstermiştir.

Öğretmen adaylarının etkinlik olarak daha çok buzu ısıtarak su haline ve sonra da gaz haline getirmeyi (4 kişi), bir yere parfüm sıkıp kokunun odanın her yerine dağılmasını (1 kişi), katı-sıvı-gaz halini güncel örnekler üzerinde göstermeyi (3 kişi), naftalini süblimleştirerek gaz haline geçtiğini göstermeyi önerdikleri görülmüştür.

*“Soru 2. Bir olayın fiziksel mi kimyasal mı olduğunu nasıl anlarsınız? Örnekle açıklayınız.”* sorusuna verilen cevapların frekansları Tablo 5’de görülebilir.

İkinci mülakat sorusundan elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının bir olayın fiziksel mi kimyasal mı olduğuna karar vermede kullandıkları düşünce kalıplarının *“maddenin yapısı değişmiyorsa fizikseldir”*, *“maddenin (iç) yapısı değişirse kimyasaldır”* şeklinde olduğunu göstermiştir. Bazı öğretmen adayları da *“madde eski haline gelebilecek nitelikteyse fizikseldir”*, *“madde eski haline dönemiyorsa kimyasaldır”* düşüncesini ifade etmiştir. Bu cevaplar fiziksel ve kimyasal değişim arasındaki ayırmda *“iç yapının değişmesi”* ve *“ilk haline dönüşebilme”* ölçütlerinin benimsendiğine vurgu yapmaktadır. Çalık ve Ayas (2005) yaptıkları çalışmada öğrencilerin fiziksel değişim için *“maddenin özelliklerini kaybetmemesi”* ve *“yeni bir bileşiğin oluşmaması”* ölçütlerini kullandıklarını tespit etmişlerdir.



**Tablo 5. İkinci mülakat sorusuna verilen cevapların dağılımı**

Görüş cümlesi	f
Maddenin yapısı değişmiyorsa fizikseldir.	5
Maddenin (iç) yapısı değişirse kimyasaldır.	6
Madde eski haline gelebilecek nitelikteyse fizikseldir.	3
Madde eski haline dönemiyorsa kimyasaldır.	4
<b>Fiziksel değişmeyi açıklamada verilen örnekler</b>	
Kağıdın yırtılması	6
Hal değişimi	2
Camın kırılması	2
Mumun erimesi	2
Şekerin suda çözünmesi	2
Yoğurttan ayran yapılması	2
Buharlaştırma	1
<b>Kimyasal değişmeyi açıklamada verilen örnekler</b>	
Kağıdın yanması	6
Sütün ekşimesi çökelek olması	4
Demirin paslanması, mayalanma	3
Çürüme, yoğurt oluşumu, küflenme	2
Suyun elektrolizle bileşenlerine ayrılması	1

Öğretmen adaylarının fiziksel değişimi açıklamada kağıdın yırtılması, erime, donma gibi hal değiştirme, camın kırılması, mumun erimesi, şekerin suda çözünmesi, yoğurttan ayran yapılması ve buharlaştırma örneklerini verdikleri; kimyasal değişimi açıklamada kağıdın yanması, mumun yanması, sütün ekşimesi çökelek olması, çürüme, yoğurt oluşumu, demirin paslanması, küflenme, mayalanma, suyun elektrolizle bileşenlerine ayrılması olaylarını örnek verdikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının olayları açıklamada kullandıkları örneklere bakıldığında ilköğretimden itibaren sıklıkla derslerde ifade edilen örneklerin söylendiği ve bunların başka çalışmalarda da ortaya konduğu görülmüştür (Çalık ve Ayas, 2005; Koray ve diğ., 2007).

Öğretmen adaylarından birinin bu soruya verdiği örnekler ve açıklamalar ise kabul edilemez niteliktedir:

*“Kağıdı yaktığımızda kül haline döndüğünden fizikseldir dış yapısında değişim olmuştur, geri dönüştürüp eski haline getirilemez. Hal değişimi ise kimyasaldır, iç yapısında moleküller arasında değişimler olduğu için.”*

Bir başka öğretmen adayı da:

*“Hal değişimi iç özelliktir, bir maddenin katıdan sıvıya ve gaz haline geçmesi kimyasaldır.”* cevabını vermiştir. Bu ifadeler öğretmen adaylarından bazılarının “hal değişimi” olayını kimyasal değişim olarak yanlış yorumladıklarını göstermiştir. Bu durum bir kavram yanılgısı olarak nitelenebilir.

*“Soru 3. Tepkime çeşitleri nelerdir? Örneklendiriniz. Tepkime ile fiziksel/kimyasal değişim arasında ilişki var mıdır? Açıklayınız.”* sorusuna verilen cevaplar analiz edildiğinde en çok yükseltgenme-indirgenme (redoks), asit-baz ve çöktürme tepkimesinin tepkime türü olarak söylendiği görülmüştür.

Bir değişimin tepkime olarak nitelenmesi için *yeni madde oluşması, gaz çıkışı, renk değişimi, ısı değişimi* gibi göstergeleri 3 öğretmen adayı ifade etmiştir. Asit-baz tepkimesi 2, çöktürme tepkimesini 3, redoks ve kompleksleşme tepkimelerini birer öğretmen adayı tanımlayabilmiştir. Bir öğretmen adayı fiziksel-kimyasal değişimi örneklerle açıklayabilmiş ve kimyasal değişimin tepkime kavramıyla ilişkisini şu şekilde açıklamıştır:

*“Tepkimeler kimyasal değişimlerdir. Tepkimelerde farklı yapılar oluşur, madde başka maddeyle reaksiyona girerek yapısını değiştirir. Bileşenler kendi özelliklerini kaybedip yeni özellikler kazanıyordu kimyasal değişimde... böyle oluyordu, ikisi arasında benzerlik olabilir.”*

Öğrencilerin bir kısmı fiziksel ve kimyasal değişim örnekleri vererek tepkime ile ilişki kurmaya çalışmıştır. Bir öğretmen adayı da *“Tepkime sonucu fiziksel, kimyasal değişim meydana gelir. Isı açığa çıkar. Farklı yapılar oluşur. Fosillerin kömürleşmesi, kömürün kristalize yapıya dönüşümü kimyasaldır”* cevabını vermiştir. Bir öğretmen adayı *“Tepkime sonucu bileşikler element ve bileşiklere ayrılır. Girenler ve çıkanlar birbirine eşittir kütle kaybı yoktur. Belirli oranlarda birleşirler”* cevabını vermiştir. *“Demirin suyla tepkimesi sonucu demir oksitlenir ve paslanır bu olay aynı zamanda kimyasal değişimdir”* açıklamasını yapan bir öğretmen adayı, tepkimenin kimyasal yapının moleküllerin dizilişlerinin değişmesiyle olduğunu, fiziksel değişimin dış görünümle ilgili olduğunu söylemiştir ve bu bulgular literatürle de uyumludur (Ben-Zvi et.al., 1987; Abraham et.al., 1994; Johnson, 2002; Konur ve Ayas, 2008).

*“Soru 4. Çözelti oluşumu için ne gerekir? Çözelti çeşitlerini modelle açıklayınız. Aşağıda verilen madde çiftlerinden hangileri (naftalin-su, kükürtaseton, yağ-su, su-tuz, sirke-su, un-su) çözelti oluşturur?”* sorusuna, su-tuz (8 kişi), un-su (5 kişi), kükürtaseton (5 kişi), sirke-su (4 kişi) ve naftalin-su (4 kişi), karışımlarının çözelti oluşturabileceği söylenmiştir. Öğrenciler su-tuz ve un-su karışımı için günlük hayattaki deneyimlerini gerekçe göstermiştir. Özellikle un-su karışımı için birkaç öğretmen adayı *“...hamur olur çözünür... Çözünmese yeni bir şey ortaya çıkmaz”* şeklinde cevap vermiştir. Koray ve diğerleri (2007) tarafından yapılan çalışmada da *“un ve sudan hamur oluşmasının”* çözelti olarak düşünüldüğü tespit edilmiştir. Öğrencilerin kavram yanılgılarının bir nedeninin de *“günlük hayat deneyimleri”* olduğunu bu bulgular bir kez daha göstermiştir (Ben-Zvi et.al., 1987; Abraham et.al., 1992; Ebenezer, 1992).

Öğretmen adaylarından çözünme olayını çizerek modellemeleri istendiğinde, 3’ü çizim yapabilmiş, biri yanlış çizim yapmıştır. 2 öğretmen adayı *“Çözelti, en az iki maddenin birbiri içinde çözünmesidir.”* Şeklinde tanımlama yapmış; 4 kişi çözelti için çözünen ve çözücü gerektiğini vurgulamıştır. 1 öğretmen adayı çözelti oluşumu için *en az iki maddenin belli bir oranda çözünmesi gerektiğini*, başka bir öğretmen adayı da *birden fazla maddenin birbiriyle karıştırılması gerektiğini* belirtmiştir. Bir başkası çözünme için *“gözle görülemeyecek kadar küçük parçalara ayrılma”* gerektiğini ifade etmiştir. Bunun yanında çözelti oluşumu için *“homojen*

*karışma, birbiri içinde kaybolma, her yerde eşit dağılma*” gibi ifadeler kullananlar da olmuştur.

Mülakat yapılan öğretmen adaylarına çözelti türleri sorulduğunda, daha çok çözümlenmiş olan madde miktarına göre sınıflamayı tercih etmişler; 5 kişi doymuş, doymamış ve aşırı doymuş sınıflamasını yapmıştır. Sekiz öğretmen adayından 4’ü de çözeltileri seyreltik ve derişik olarak sınıflamış ve tanımları doğru yapabilmıştır. Bir öğretmen adayı;

*“Tuz suyun içinde hala çözünüyorsa doymamıştır. Tuz attığımızda çökeliyorsa görebiliyorsak aşırı doymuştur. Tuz ve su miktarı eşitse doymuştur. Seyreltik çözelti doymamıştır”* cevabını vermiştir. Burada *“tuz ve su miktarı eşitse doymuştur”* ifadesi, maddeler için ayırt edici özelliklerden olan çözünürlük kavramının yeterince anlaşılmadığını ve ihmal edildiğini göstermektedir. Oysaki doymuş çözeltilerde çözücü, çözebileceği en fazla miktarda çözünen maddeyi bulundurmaktadır. Bu durum doymuş çözelti kavramıyla ilgili kavram yanılgıları olabileceğini göstermektedir. Demirbaş ve diğerleri (2011) çalışmasında *“aşırı doymuş çözeltiler heterojen çözeltilerdir”* yanılgısını ifade etmiştir.

Başarı testi ve mülakatlardan elde edilen bulgular beraberce değerlendirildiğinde, genel olarak birbiriyle paralellik görülmektedir. Örneğin maddenin yapısı ve özellikleri ile ilgili başarı testi bulguları ile mülakat bulguları birbiriyle örtüşmektedir. Bu konuda öğretmen adaylarının başarı testindeki başarıları yüksektir, mülakatlarda da maddenin yapısı ve özellikleri konusunda sıkıntı olmadığı belirlenmiştir. Ancak tepkime türlerinden kompleksleşme tepkimesi ile ilgili çoktan seçmeli olarak sorulan sorularda doğru cevap yüzdesi %77.2 ve %80.8 gibi yüksek bir değer iken mülakatlarda bu kavramla ilgili sorulan soruda başarı oranı çok düşüktür (sadece 1 öğrenci). Bu durum öğretmen adaylarının kompleksleşme tepkimelerini tam olarak anlayamadıklarını göstermektedir. Aynı durum redoks tepkimeleri için de geçerlidir.

### **Sonuç ve Öneriler**

Bu çalışmada sınıf öğretmen adaylarının Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları dersi kapsamındaki ‘maddenin yapısı ve özellikleri, fiziksel-kimyasal değişme, çözünme, çözelti ve kimyasal tepkime türleri’ konu ve kavramlarının anlama düzeyleri belirlenmiştir. Çalışmada ulaşılan sonuçlar ve buna bağlı olarak geliştirilen öneriler maddeler halinde sunulmuştur.

- Başarı testi ve mülakatlardan elde edilen bulgular çerçevesinde, öğretmen adaylarının maddenin yapısı ve genel özellikleri, maddenin halleri ve maddenin haline göre taneciklerin dizilişleri konusunda bilgi eksiklerinin olmadığı; ancak hallere göre taneciklerin kinetik enerjileri konusunda yeterli düzeyde bilgilerinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda Genel Kimya derslerinde maddenin tanecikli yapısı ve hal değişimi sırasında alınan verilen ısı konularında daha fazla bilgi verilmeli, öğretimi destekleyici materyal ve tekniklere başvurulmalıdır.

- Maddenin yapısını kavratmaya yönelik etkinlik tasarlama ile ilgili bulgular, öğretmen adaylarının derste verilen örnekleri ya da yapılan etkinlikleri önerdiklerini ortaya koymuştur. Bu durum yaparak yaşayarak öğrenmenin etkililiğini ortaya çıkarmıştır. Ancak öğretmen adaylarının konuyla ilgili farklı etkinlikler önermede yetersiz olmalarına dayanarak, yaratıcı düşünme ve deney tasarımı konusunda eksiklikleri olduğu sonucuna varılmıştır. Yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesi için ilköğretimin ilk kademelerinden itibaren bu yönde etkinliklerinin yapılması önerilmektedir. Öğretmenler ve öğretmen adayları için yaratıcı düşünme, deney tasarlama, etkinlik üretme ile ilgili seminer, çalıştay vb. etkinlikler düzenlenebilir.
- Fiziksel kimyasal değişimle ilgili bulgular, konuyla ilgili güncel hayattan örnek verme konusunda üst düzey anlamaya sahip olduklarını göstermiştir. Öğretmen adayları olaylar sözel olarak ifade edildiğinde bunları tanıyabilmekte fakat kimyasal eşitlik olarak sunulduğunda bunları ayırt edememektedirler. Buradan öğretmen adaylarının kimyasal sembollerle gösterilen değişimlerin türünü belirlemede zorlandıkları sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin kimya derslerinde güncel yaşam örnekleri ile kimyasal gösterimleri birleştirmelerini sağlayacak şekilde konular işlenmelidir.
- Öğretmen adaylarının fiziksel değişimi kavramlaştırmada “yeniden elde etme” kriterini; kimyasal değişimi kavramlaştırmada “eski haline geri dönememeyi” ve kimyasal değişimin göstergelerini kullandıkları sonucuna varılmıştır.
- Elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının test sorularını cevaplamada daha iyi olduklarını, kavram haritası tamamlamayı yada çizim yapmayı gerektiren soruları cevaplamada zorlandıklarını göstermiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının farklı soru yapılarına alışmaları ve bilgiyi farklı araçlarla sunma becerisi geliştirebilmeleri için alternatif ölçme-değerlendirme araçlarının üniversite eğitimi sırasında daha fazla kullanılması önerilebilir.
- Öğretmen adayları; tuz ve şekerin çözünmesini, seyreltik, derişik çözeltileri çizerek görselleştirme konusunda zorlanmışlardır. Bu bulgular çerçevesinde, bazı öğretmen adaylarının çözeltilerdeki homojen dağılma özelliğini, iyonik ve moleküler çözünmeyi kavrayamadığı sonucuna varılmıştır. Kimya derslerinde ve laboratuvar çalışmaları sırasında kimya kavramlarının ve olayların açıklanmasında çizimlerden daha fazla yararlanılması önerilebilir.
- Çözelti oluşturan maddeler ile ilgili olarak elde edilen bulgular “benzer benzeri çözer” ilkesinin tam anlaşılmadığını, çözünme kurallarının bilinmediğini ortaya çıkmıştır. Ayrıca maddelerin polar yada apolar yapıda olup olmadığının yeterince ayırt edilemediği sonucuna varılabilir. Bu durumla ilgili olarak kimya dersinde kimyasal maddelerin yapılarının, benzer ve ayırt edici özelliklerinin daha etkili şekilde sunulması

önerilmektedir. Farklı maddelerden çözelti hazırlama etkinlikleri ile bunun pekiştirilmesi sağlanmalıdır.

- Başarı testi ve mülakatlardan elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının kimyasal tepkime türleri konusunda da sorunları olduğunu göstermiştir. En fazla bilinen tepkime türü asit-baz, yanma, yükseltgenme-indirgenme ve çöktürme tepkimeleridir. Bu konularda deneylerin yapılmış olması öğretmen adaylarının tepkimeleri tanımasını sağlamıştır. Ancak kimyasal tepkimelerin sembollerle ifade konusunda sorunları vardır. Laboratuvar deneyleri esnasında her deneyin tepkime eşitliğinin yazılması ve benzer eşitliklerin tamamlanması çalışmalarının yaptırılması önerilebilir.
- Testin alt boyutları arasındaki korelasyon analizi, maddenin yapısı ve özellikleri ile değişim ve çözünme arasında olumlu ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sonuç kimya kavramlarının birbiriyle ilişkilendirilerek öğretilmesinin önemine de vurgu yapmaktadır. Kimya konuları birbiri ile ilişkilendirilerek işlendiğinde ve maddenin tanecikli yapısı esas alındığında öğrencilerin anlama düzeyleri daha iyi olmaktadır. Bu bağlamda kimyada önceden öğrenilen bilgilerin sonrakileri etkilediği sonucuna varılabilir. Maddenin tanecikli, boşluklu ve hareketli doğası ile ilgili sınıf içi etkinliklerle etkili kimya öğretimi sağlanmalıdır.
- Başarı testi ve mülakat bulguları, bazı öğretmen adaylarının hal değişimini kimyasal değişim olarak düşündüklerini göstermiştir. Bu konulardaki kavram yanlışlarını tespitiye yönelik daha derinlemesine araştırmalar yapılması diğer araştırmacılara önerilebilir.
- Öğrencilerle yapılan mülakat sonuçlarından öğrencilerin çözünen madde miktarına göre çözeltilerin modellerini çizmekte güçlük çektikleri, örnek istenildiğinde en fazla sınıfta verilen örnekleri verdikleri, tepkime türlerini tam anlamadıkları görülmüştür. Başarı testi ve mülakat sonuçlarından kompleksleşme tepkimeleri ile ilgili başarıdaki farkın testte tesadüfi olarak doğru cevaplanmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Dolayısıyla genel anlamda bir tek veri toplama aracı kullanılarak veri toplanmasının sağlıklı sonuçlara götürmeyeceği, geçerlik ve güvenilirlik açısından diğer araçlardan da yararlanması gerektiği söylenebilir.

### **Kaynaklar**

- Abraham, M.R., Williamson, V.M. and Westbrook, S.L. (1994) A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-165.
- Abraham, M.R., Grzybowski, E.B., Renner, J. W. and Marek, E.A. (1992). Understanding and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (2), 105-120.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (2), 111-124.
- Bahar, M. (2006). *Fen ve Teknoloji Öğretimi*. PegemA Yayıncılık, Ankara.
- Baki, A. Çepni, S. Akdeniz, A.R. ve Ayas, A. (1996). *Türkiye’de Eğitim Fakültelerinin yeniden yapılandırılması: Durum Analizi ve Öneriler*.

- Bayram, H., Sökmen, N. ve Salan, Ü., (1997). Sınıf öğretmenliği bölümü öğrencilerinin temel fen kavramlarını anlama düzeyi. 3. *Ulusal Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu*, 23-24 Ekim Çukurova Üniversitesi, Adana, 312-321.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., and Silberstein, J. (1987). Students' visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, 24, 117-120.
- Birinci Konur, K. ve Ayas, A. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama seviyeleri. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 83-90.
- Bliss, J. (1995). Piaget and after: the case of learning science. *Studies in Science Education*, 25, 139-172.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). *Veri Analizi El Kitabı*, Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Bybee, R. (1993). *Reforming science education—Social perspectives and personal reflections*. New York: Teachers College Press.
- Carey, K. (2004). The real value of teachers: using new information about teacher effectiveness to close the achievement gap. *A Publication of the Education Trust, Thinking K-16*, 8(1), 1-43.
- Chiappetta, E.L. and Koballa, T.R. (2002) *Science Instruction in The Middle and Secondary Schools*. Fifth Edition, Pearson Education Inc. New Jersey.
- Çalık, M. ve Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eight-grade students and science students teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research In Science Teaching*, 42(6), 638-667.
- Çalık, M., ve Ayas, A. (2005). 7.-10. Sınıf öğrencilerinin seçilen çözelti kavramlarıyla ilgili anlamalarının farklı karışımlar üzerinde incelenmesi. [http://www.tebd.gazi.edu.tr/arsiv/2005\\_cilt3/sayi\\_3/329-349.pdf](http://www.tebd.gazi.edu.tr/arsiv/2005_cilt3/sayi_3/329-349.pdf)
- Çalık, M., Ayas, A. ve Ünal, S. (2006). Çözünme kavramıyla ilgili öğrenci kavramalarının tespiti: bir yaşlar arası karşılaştırma çalışması. [http://www.tebd.gazi.edu.tr/arsiv/2006\\_cilt4/sayi\\_3/309-322.pdf](http://www.tebd.gazi.edu.tr/arsiv/2006_cilt4/sayi_3/309-322.pdf).
- Çepni, S. ve Çil, E. (2009). *Fen ve Teknoloji Programı, İlköğretim Birinci ve İkinci Kademe Öğretmen El Kitabı*. Pegem Yayıncılık, Ankara.
- De Posada J.M. (1997). Conceptions of high school students concerning the internal structure of metals and their electric conduction: structure and evolution. *Science Education*, 81, 445-467.
- Demirbaş, M., Altınışık, D., Tanrıverdi, G. ve Şahintürk, Y. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözelti konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 1(2), 52-69. [www.suje.sakarya.edu.tr/index.php/suje/article/download/31/40](http://www.suje.sakarya.edu.tr/index.php/suje/article/download/31/40)
- Ebenezer, J.V. (1992). Making chemistry learning more meaningful. *Journal of Chemical Education*, 69(6), 464-467.
- Ebenezer, J. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions, animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10, 73-91.
- Fullan, Michael G. (1991). *The New Meaning of Educational Change*. (Sec. Ed.). New York: Teachers College Press.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- Gilbert, J., Osborne, R. and Fensham, P. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Goodwin, A.(2002). Is salt melting when it dissolves in water? *Journal of Chemical Education* 79 (3), 393-396.
- 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), 11- 628.
- Gunstone, R. F. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. E. Woolnough (Ed.), *Practical Science* (pp. 67-77). Milton Keynes: Open University Press.

- Haidar, A.H. and Abraham, M.R. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of concept based on the particulate nature of matter. *Journal of Research In Science Teaching*, 28, 919-938.
- Johnson, P. (2000) Children's understanding of substances, part 1: recognizing chemical change. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 719-737.
- Johnson, P. (2002) Children's understanding of substances, part 2: explaining chemical change, *International Journal of Science Education*, 24 (10), 1037-1054.
- Kalın, B. ve Arılık, G. (2010). Çözümler konusunda üniversite öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanlışları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4 (2), 177-206.
- Karamustafaoğlu, S., Karamustafaoğlu, O. ve Yaman, S. (2005). Fen ve Teknoloji Eğitiminde Kavram Öğretimi. Aydoğdu, M. ve Kesercioğlu, T. (editör), *İlköğretimde Fen ve Teknoloji Öğretimi*, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Karasar, N.(2005).*Bilimsel Araştırma Yöntemi*,14. Basım, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Lagowski, J.J (1989). Reformating the Laboratory, *Journal of Chemical Education*, 66, (1), 12-14.
- Kolomuç, A. ve Tekin, S. (2011). Chemistry teachers' misconceptions concerning concept of chemical reaction rate, *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 3(2), 84-101.
- Koray, Ö., Akyaz, N. ve Köksal, M.S. (2007). Lise öğrencilerinin "çözünürlük" konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanlışları, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 241-250. [http://www.kefdergi.com/pdf/15\\_1/241.pdf](http://www.kefdergi.com/pdf/15_1/241.pdf)
- Kruger, C. and Summers, M. (1988). Primary school teachers' understanding of science concepts. *Journal of Education for Teaching*, 14 (3), 259-265.
- Kruger, C., Palacio, D. and Summers, M. (1992). Surveys of english primary teachers' conceptions of force, energy and materials. *Science Education*, 76(4), 339-351.
- Lagowski, J.J. (1989). Reformating the laboratory. *Journal Of Chemical Education*. 66. 1. (12-14).
- Lazarowitz, R. and Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. (ed. D. Gabel) *Handbook Of Research On Science Teaching And Learning* (pp. 94-128). New York: Macmillan.
- Levitt, K.E. (2001). An Analysis of Elementary Teachers' Beliefs Regarding the Teaching and Learning of Science, *Science Education*, 86:1-22
- Liu, X. and Lesniak, K. (2006). Progression in children's understanding of the matter concept from elementary to high school, *Journal of Research In Science Teaching*, 43, 3, 320-347.
- Liu, X. and Ebenezer, J. (2002). Descriptive categories and structural characteristics of students' conceptions : exploration of the relationship. *Research in Science & Technological Education*, 20(1), 112-132.
- MEB (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (4-5 Sınıflar) Öğretim Programı*, Talim ve Terbiye Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Morgil, İ., Yılmaz, A. ve Yavuz, S. (2002). Öğrencilerin asit- baz konusunda kavram yanlışları ve farklı madde türlerinin kavram yanlışlarını saptama amacıyla kullanımı. [http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b\\_kitabi/PDF/Kimya/Bildiri/t175DD.pdf](http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Kimya/Bildiri/t175DD.pdf)
- Morgil, İ., Güngör S., H., ve Seçken, N. (2009). Proje destekli kimya laboratuvarı uygulamalarının bazı bilişsel ve duyuşsal alan bileşenlerine etkisi. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 90-107.
- Nakhleh, M.B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. National Academy Press, Washington,DC.
- Odubunni, O. and Balagun, T.A. (1991). The effect of laboratory and lecture teaching methods on cognitive achievement in integrated science., *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 213-224

- Palmer, D. (2001). Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity. *International Journal of Science Education*, 23(7), 691-706.
- Pardo, J.Q. and Partoles, J.J.S. (1995), Students and Teachers Misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the Teaching of Chemical Equilibrium, *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 939-957.
- Rivkin, S.G., Hanushek, E.A. and Kain, J.F. (2005). Teachers, schools and academic achievement. *Econometrica*, 73 (2), 417-458.
- Schmidt, H.J. (1997). Students' misconceptions-looking for a pattern. *Science Education*. 81(2), 123-135.
- Schoon, J.K. and Bone, J. W. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Science Education*, 82(5), 553-568.
- Smith, C. and Gillespie, M. (2007). *Research on Professional Development and Teacher Change: Implications for Adult Basic Education*. 205-244. Retrieved September 16, 2011 from [http://www.ncsall.net/fileadmin/resources/ann\\_rev/smith-gillespie-07.pdf](http://www.ncsall.net/fileadmin/resources/ann_rev/smith-gillespie-07.pdf)
- Smith, L.K. and Southerland, S.A. (2007). Reforming practice or modifying reforms?: Elementary teachers' response to the tools of reform. *Journal Of Research In Science Teaching*, 44 (3), 396-423.
- Şimşek, Ü. (2009). The effects of animation and cooperative learning on chemistry students' academic achievement and conceptual understanding about aqueous solutions, *World Applied Sciences Journal*, 7(1), 24-33.
- Tobin, K. G. (1990). Research on science laboratory activities. In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90, 403-418.
- Yılmaz, A., Erdem, E. ve Morgil, İ. (2002). Öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavram yanılgıları. *H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 234-242. <http://www.efdergi.Hacettepe.edu.tr/200223AYHAN%20YILMAZ.pdf>