



## SINIF ÖĞRETMEN ADAYLARININ BAZI KİMYA KAVRAMLARINI ANLAMA DÜZEYLERİNİN KLİNİK MÜLAKATLARLA TESPİTİ

AN INVESTIGATION OF PROSPECTIVE PRIMARY TEACHER'S  
UNDERSTANDINGS OF SOME CHEMICAL CONCEPTS BY USING  
CLINICAL INTERVIEWS

Hülya DEMİRCİOĞLU, Gökhan DEMİRCİOĞLU, Alipaşa AYAS

KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi OFMAE Bölümü 61335 Söğütlü-Akçaabat / TRABZON

### Özet:

Bazı önemli fen kavramlarının temelleri ilköğretimde atıldığı için, bu seviyede öğrenciye verilebilecek her türlü yanlış ve hatalı bilgiler öğrencide bu kavramlarla ilgili yanlışlar oluşmasına neden olmaktadır. Bu süreçte sınıf öğretmenlerinin önemli bir rolü olduğundan, onların temel kavramlarla ilgili anlamalarını araştıran çalışmalara hem hizmet öncesinde hem de hizmet içinde ağırlık verilmelidir. Bu çalışma, ilköğretim düzeyinde maddenin tanecikli yapısı, çözünme, fiziksel ve kimyasal değişme, kaynama, buharlaşma ve yoğunlaşma kavramları hakkında sınıf öğretmen adaylarının anlama düzeylerini ve karşılaşılan yanlışları belirlemek amacıyla planlanmıştır. Çalışma 2002-2003 bahar yarıyılında yapılmış olup, çalışmaya KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi ilköğretim sınıf öğretmenliği bölümünde dördüncü sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları arasından rastgele seçilen 20 öğretmen adayı katılmıştır. Öğretmen adayları ile anlama düzeylerini ve yanlışlarını belirlemek amacıyla klinik mülakatlar yürütülmüştür. Araştırma sonucunda sınıf öğretmen adaylarının bu kavramlarla ilgili yeterli anlamalara sahip olmadıkları ve yanlışlar taşıdıkları tespit edilmiştir. Öğretmen eğitimi programlarının geliştirilmesinde, bütünlükçü öğrenme kuramına dayalı bir anlayışın benimsenmesi aday öğretmenlerin ileride öğretecekleri temel fen kavramlarını anlamlı bir şekilde öğrenmeleri açısından son derece önemlidir.

### Abstract :

As some of major concepts in science are taught at primary school, any incorrect or erroneous knowledge students may receive at this stage could cause misconceptions. Because primary science teachers have an important role in this process, the number of research on pre-service and in-service teachers' understandings of basic science concepts should be increased. This study is planned to determine prospective science teachers' levels of understanding and misconceptions about the particulate nature of matter, dissolving, physical and chemical change, boiling, evaporation, and condensation concepts. The study was implemented done in 2003 spring term. 20 student teachers were randomly selected from student teachers at the final year enrolled in the primary teacher-training program at Fatih Faculty of Education of KTU. Individual clinical interviews were conducted with the selected student teachers to determine their levels of understanding and misconception. The results showed that the prospective science teachers have not got sufficient understanding and have held various misconceptions related to the concepts. In the development of the teacher-training programs, using a constructivist idea is extremely important for prospective teachers to meaningfully learn basic science concepts which they are going to teach in the future.

Key Words : Teacher training, Clinical Interview, Chemistry concepts, Misconceptions  
Anahtar Sözcükler: Öğretmen Eğitimi, Klinik Mülakat, Kimya Kavramları, Kavram Yanılgısı

## GİRİŞ

Yabancı ilköğretim fen eğitiminin amacı, öğrencilerin mantıklı ya da bilimsel

muhakeme yeteneklerini geliştirmek ve onları yetenekli problem çözücüler haline getirmektir (Ginns & Watters, 1995; MEB,

2000). Dolayısıyla, öğrencilerde bu tür davranışları geliştirecek öğretmenlerin de benzer yeteneklere sahip olmaları gerekir (Ginns & Watters, 1995; Demircioğlu, 2002). Sınıf öğretmenlerinin etkili fen öğretmenleri olabilmeleri için özellikle soyut düşünme yeteneğini kazanmış olmaları gerekmektedir. Bunun yanında öğretmenlerin öğretecekleri temel kavramlarla ilgili olarak yanlışlar taşımamaları öğrenciler için son derece önemlidir. Çünkü öğretmenin sahip olabileceği yanlış ya da eksik bir bilgi sınıf ortamında aynen öğrencilere aktarılabilir (Bradley & Mosimege, 1998; Demircioğlu, Özmen & Ayas, 2001). Sınıf öğretmenlerinin önceki öğrenimleri boyunca fen içeriği ile ilgili sahip olabilecekleri eksik ve hatalı bilgilerinin öğretmen olduklarında fen öğretilmede yetersiz hissetmelerine neden olabileceği savunulmaktadır (Fitch & Fisher, 1979). Bu nedenle öğretmenlerin konu alanı bilgileri öğrenme-öğretme sürecinde son derece önemli olduğu söylenebilir. Çünkü öğretmenlerin öğrettikleri fen bilgisi içeriğini tam anlamamaları ve kendilerince uygun olduğunu düşündükleri çelişkili kavramlara sahip olmaları, öğrencilerin sahip olduğu kavramların büyük bir boyutunu açıklamaktadır (Pardo & Portoles, 1995). Yapılan çalışmalar, ilköğretim öğretmenlerinin hizmet öncesi ve hizmet içi aşamalarında bir çok fen kavramı ile ilgili olarak alternatif fikirler taşıdıklarını ortaya çıkarmıştır (Schulte, 2001; Harlen & Holroyd, 1977). Üstelik öğretmenlerin taşıdıkları alternatif fikirlerin bir kısmı ile ilköğretim seviyesindeki çocukların aynı kavramlarla ilgili alternatif fikirlerinin benzerlikler gösterdiği ifade edilmektedir (Stocklmayers & Treagust, 1996). Öğretmen ve öğrencilerdeki kavram yanlışlarının benzerlikler göstermesi nesilden nesile bir aktarımın olduğunu göstermektedir. Bu döngünün durdurulması ve düzeltilmesi için öncelikle öğretmen adaylarının kendi yanlışlarından haberdar edilmeleri gerekir. Bu nedenle hizmet öncesi öğretmen adaylarının temel

kavramlarla ilgili anlamalarına yönelik çalışmaların sayısı artırılmalı ve bu çalışmaların sonuçları doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Bu çalışmada, hizmet öncesi sınıf öğretmeni adaylarının ilköğretim fen bilgisi müfredatında yer alan bazı temel kavramlarla ilgili anlama düzeylerini ve kavram yanlışlarını klinik mülakatlarla derinlemesine tespit etmek amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

Bu çalışmada belirli bir durum incelendiği için özel durum yaklaşımı kullanılmıştır. Özel durum çalışmaları, araştırılan problemin derinlemesine incelenmesine imkan sağlamaktadır. Veriler, sistematik bir şekilde toplanabilmekte ve değişkenler arasındaki ilişki bulunabilmektedir. Aynı zamanda araştırmacının elde ettiği verilerin birbirleriyle olan ilişkilerini incelenmesine ve sebep-sonuç ilişkileri bakımından açıklayabilmesine fırsat tanımaktadır (Çepni, 2001).

Bu çalışma, 200 öğretmen adayının bazı fen kavramları ile ilgili anlamalarını anket-test tekniği kullanarak ortaya çıkarmayı amaçlayan önceki bir çalışmanın devamı niteliğindedir (Demircioğlu, Ayas & Demircioğlu, 2002). Bu çalışmada önceki çalışmaya katılmış sınıf öğretmeni adaylarından rasgele seçilen 20'sinin maddenin tanecikli yapısı, çözünme, fiziksel ve kimyasal değişme, kaynama, buharlaşma ve yoğunlaşma kavramlarıyla ilgili anlamaları klinik mülakatlarla ayrıntılı bir şekilde ortaya konmaya çalışılmıştır. Klinik mülakatlarda, öğrenciyle bir durum ya da olayla ilgili görüşürken, öğrencinin bir kavramı ya da bir olayı öğrenip öğrenmediği derinlemesine araştırılabildiği ve öğrencilerden kavramı tanımlamasına ek olarak niçin böyle bir sonuca ulaştığı sorusuna da açıklama getirmesi istenebildiği için bu metod kullanılmıştır (White & Gunstone, 1992). Ayrıca, bu metodun kullanılmasıyla birlikte öğrencilerle yapılan görüşmelerde onların tutumlarının ve yanlışlarının birebir

görüşme ortamında daha net bir şekilde ortaya çıktığı belirtilmektedir (Baki, Karataş & Güven, 2002).

Bu çalışmada yürütülen mülakatlar, sessiz bir laboratuvar ortamında bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir mülakat, yaklaşık olarak 30-45 dakika arasında sürmüş ve mülakat ilgiliden izin alınarak teyple kaydedilmiştir. Verilerin analizinde her bir mülakat teypten dinlenerek bire bir not edilmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarının ifadeleri anlama, kısmen anlama, kavram yanlışlığı ve cevapsız kategorilerinde toplanmıştır. Bu kategorilerle ilgili ayrıntılı bilgiler önceki çalışmalarda mevcuttur (Demircioğlu, 2003). Farklı ifadeler tınak içerisine alınarak aynen verilmiştir.

## BULGULAR

Bu bölümde, anlama düzeylerini ve kavram yanlışlıklarını tespit etmek amacıyla öğretmen adaylarıyla yapılan klinik mülakatlardan elde edilen veriler yer almaktadır. Kavramlara ait mülakat esnasında sorulan sorular ayrı ayrı çizelgelere aktararak ve öğrenci cevapları sınıflandırılarak verilmiştir. Ayrıca her kategoriye yerleştirilen öğrenci cevapları ayrıntılı olarak verilmiştir. Mülakat verilerinden elde edilen bulgular verilirken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmaların açılımı aşağıda verilmiştir.

**Mü** : Mülakatçı (Araştırmacı)

**A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P, R, S, T, V, Y, Z** : Öğretmen adaylarının her biri.

Maddenin tanecikli yapısına ilişkin mülakat oturumunda öğretmen adaylarına bir küp şeker gösterilmiş ve aşağıdaki sorular yöneltilmiştir.

**Mü** : Küp şeker neden oluşmaktadır?

Bu soruda öğretmen adaylarından 10 tanesi şekerin taneciklerden, 4 tanesi atomlardan, 3 tanesi moleküllerden, bir

tanesi mono-sakkaritlerin birleşmesinden oluştuğunu belirtirken, geri kalan ikisi ise "bilmiyorum" şeklinde cevap vermiştir. Öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı ile ilgili olarak sorulan ikinci soruya verdikleri cevapların bazıları aşağıda aynen aktarılmıştır.

**Mü** : Şekerin en küçük parçasını düşün. Şekeri oluşturan bütün tanecikler aynı mıdır yoksa farklı mıdır?

Bu soruya A, B, Y öğretmen adayları, "En küçük parçası moleküldür ve bunlar bir bütünü oluşturdukları için aynı özelliklere sahiptirler", ifadesine benzer açıklamalar kullanarak cevap verirken, C öğretmen adayı ise; "Şekerin en küçük parçası atomdur. Ancak atomun da parçalandığını duydum. Bunların 6 parça olduğunu duydum, ama adlarını bilmiyorum. Bütün tanecikleri farklıdır" şeklinde düşüncesini ifade etmiştir. E, F, G öğretmen adaylarının bu soruya cevapları ise, "En küçük parçası atomdur ve bunlar farklıdır. Çünkü şeker farklı elementlerin birleşmesinden oluşmuştur. Yapısında C, H ve O atomları vardır", düşüncesini yansıtmaktadır.

Öğretmen adaylarının 7 tanesi anlama, 12 tanesi kavram yanlışlığı ve bir tanesi de cevapsız kategorisine giren cevaplar vermişlerdir.

Mülakatın "Bu tanecikler nasıl görünmektedirler?" sorusuna A, B, C öğretmen adayları, "Sıkı bir şekilde dizilmişlerdir ve düzenli bir haldedirler. Aralarındaki boşluk yok deneye kadar azdır", ifadesine benzer anlama düzeyinde cevap verirken, K, M, "Hareketsizdirler ve moleküller sık olarak dizilmişlerdir", şeklinde kısmen anlama gösteren cevap vermişlerdir. F öğretmen adayı "Şekilsizdirler. Atomun bir çekirdeği vardır. Çekirdeğin içinde protonlar ve nötronlar vardır. Etrafında da elektronlar vardır. Atom da parçalandığına göre, elektronlar, nötronlar parça parçadır. Bunlar parça parça dağınık halde bulunurlar ve maddeyi oluştururlar. Farklı özelliklerde olmasalardı, madde atom şeklinde kalırdı",

biçiminde yanlış içeren bir cevap vermiştir. Öğretmen adaylarından sekizi ise, bu soruya cevapsız kategorisinde cevaplar vermişlerdir (Çizelge 1).

**Mü : Tatları nasıldır?**

Sadece C, T, Y ve A öğretmen adayları "tek tek aynı tadı göstermeyeceklerini, sadece bir araya geldiklerinde şekerin tadını gösterirler" ifadesine benzer anlama düzeyinde cevap vermişlerdir. Diğer öğretmen adayları kavram yanlışlığı göstermişlerdir. Yanlışlığı gösteren öğretmen adaylarından 10'u, taneciklerin her birinin tadının şekerle aynı olduğunu belirtirken

diğerleri ise şekerden farklı bir tatları olacağını ifade etmişlerdir (Çizelge 1).

Renklerinin sorulduğu son soruya öğretmen adaylarının verdikleri cevaplarından bazıları, "Beyazdır", "Renklerinin olmadığını düşünüyorum, yani renksizdirler", "Şekerle aynı değildir", "Renkleri şekerle aynıdır", "Farklı bir rengi vardır", "Değişik renklerde olabilirler", "Kahverengidirler", biçiminde olmuştur. Soruya öğretmen adaylarından yalnızca dört tanesi anlama kategorisine giren cevap verirken, geriye kalan öğretmen adaylarının hepsi kavram yanlışlığı kategorisine giren cevaplar vermişlerdir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramı ile ilgili sorulara verdikleri cevaplar

Kavram ve Sorular	Anlama		Kısmen Anlama		Kavram Yanlışlığı		Cevapsız	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Maddenin tanecikli yapısı</b>								
1. Küp şeker neden oluşmaktadır?	13	67	-	-	5	25	2	8
2. En küçük parçasını düşün. Bütün tanecikler aynı mıdır yoksa farklı mıdır?	7	33	-	-	12	58	1	8
3. Bu tanecikler nasıl görünmektedirler?	8	42	4	17	-	-	8	42
4. Taneciklerin tatları nasıldır?	4	17	-	-	16	83	-	-
5. Tanecikler ne renktedirler?	4	17	-	-	16	83	-	-

Öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramı ile ilgili sorulara verdikleri cevaplar Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Öğretmen adaylarının çözünme, fiziksel ve kimyasal değişme kavramlarına yönelik cevapları Çizelge 2'de verilmiştir. Çözünme kavramı ile ilgili olarak, belli bir miktar şeker su dolu bir kap içerisine öğretmen adaylarının gözü önünde atılmış ve karıştırılmıştır. Daha sonra öğretmen adaylarına, "Şekere ne oldu?", "Bu olaya ne denir?" ve "Bu olayı moleküler düzeyde nasıl resmedersiniz?" soruları yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarından biri hariç,

tamamı bu olayın çözünme olduğunu ve şeker moleküllerinin ya da taneciklerinin su molekülleri ya da tanecikleri arasında homojen olarak dağıldıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 2). Bu olayla ilgili B öğretmen adayı, "Meydana gelen olay çözünmedir. Su molekülleri arasında belli bir uzaklık vardır. Katı molekülleri gibi birbirine yakın değildir. Şeker molekülleri ise birbirine yakındır ve sıkı bir şekilde dizilmişlerdir. Moleküller şekerden ayrılarak suyun her tarafına dağılırlar. Çözünme bittikten sonra şeker artık gözle görülmez. Karışım her iki maddenin özelliğini taşır. Şekerli su da moleküller arasında sudan biraz daha yakınlık vardır. Karışım suyun her tarafında aynı

özelliği taşır", biçiminde düşüncelerini ifade etmiştir. T öğretmen adayı ise, "Meydana gelen olay çözünmedir. Şeker ve su birbirlerini tamamlar şekilde, yani hiç boşluk kalmayacak şekilde dağılırlar. Su şekeri moleküllerine ayrıştırır. Bunların bazıları büyük bazıları küçük olabilir. Homojen bir dağılım gösterirler", biçiminde cevap vermiştir. Görüldüğü gibi bu öğrenci, küp şekerden ayrılan parçaların farklı büyüklüklerde olabileceklerini söylemiştir. Ayrıca C öğretmen adayı tanecikler ne kadar homojen bir şekilde dağılırlarsa dağılsın yine de suyun alt tarafının daha tatlı olacağı gibi bir kavram yanlışlığına sahiptir. Bunu "Çay içerken bardağın dibinde kalan bölüm daha tatlıdır. Dolayısıyla burada da öyle olur" düşüncesiyle açıklamaya çalışmıştır. Başka bir kavram yanlışlığına sahip olan J öğretmen adayı ise fikrini "Meydana gelen olay çözünmedir. Şeker suda tamamıyla çözünür. Şeker atomlarına ayrılır. C, H ve O'ler dağınık bir haldedir.kendini oluşturan moleküllerine ayrılır" şeklinde dile getirmiştir. Olayın erime olduğunu düşünen P öğretmen adayının cevabı ise şöyledir: "Şeker katı halden sıvı hale geçtiği için burada meydana gelen olay erimedir. Çünkü hal değiştirmiştir. Şeker su ile karışır ve birbiri içine girerler. Karışım her tarafta aynı özelliği gösterir".

Olayın moleküler düzeyde çizimlerinde ise öğretmen adayları, şeker ve su moleküllerinin büyüklüklerini ve suyun şeker moleküllerini çevreleyerek çözünmesini göz ardı ederek, molekülleri nokta ile gösterip homojen bir dağılım olacak şekilde çizimler yapmışlardır. Bu çizimler, kısmen anlama kategorisine yerleştirilmiştir (Çizelge 2).

Fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili öğretmen adaylarının anlamalarını belirlemek amacıyla biri demir

yünü, diğeri bir parça buz ile dengelenmiş iki terazi kullanılmıştır. Bu soruda öğretmen adaylarından birinci terazide demirin havada ısıtılması ve ikinci terazide buzun erimesi sonucu meydana gelen olayların hangi tür değişime girdiğini ve bu olaylar sonucu dengede nasıl bir değişme olduğunu açıklamaları istenmiştir.

Kimyasal değişme ile ilgili olan demir yününün havada ısıtılması olayına öğretmen adaylarından yalnızca üçü "Madde kimyasal bir değişmeye uğrar. Demir oksijenle reaksiyona girer ve demir oksit oluşur. Yeni bir madde oluşur ve ağırlığı artar. Dolayısıyla denge bozulur" şeklinde anlama düzeyinde cevaplar vermişlerdir (Çizelge 2). Diğer öğretmen adaylarının hepsi kavram yanlışlığı kategorisine giren cevaplar vermişlerdir. Kavram yanlışlığı kategorisine giren bazı öğrenci cevapları, "Demirin içinde aralarda hava olduğunu düşünüyorum. Isındığı zaman tanecikler birbirine daha da yaklaşır ve aralarındaki hava azalır. Böylece demirin kütlesi azalır ve denge Q yönüne değişir", "Demir yününün içindeki maddelerin buharlaştığını ve atomlarını kaybettiğini düşünürsek dengede bir değişiklik olur. Q biraz daha ağır basar ve meydana gelen olay kimyasal bir değişmedir.", "Bu olay bir kimyasal reaksiyondur. Madde sadece hal değiştirmiştir. Bu yüzden denge bozulmaz", biçiminde sıralanabilir.

Fiziksel değişme ile ilgili olan sorunun ikinci bölümünde öğretmen adaylarından on beşi "Su hal değiştirmiştir. Hacim olarak değişmiştir. Madde miktarı değişmez. Buz erimiş suya dönüşmüştür. Bu yüzden dengede bir değişme olmaz" şeklinde anlama kategorisine giren birbirine benzer ifadeler kullanırken, diğer öğretmen adayları yanlışlığı içeren cevaplar vermişlerdir (Çizelge 2). Bu cevaplardan ikisi şu şekildedir: "Dengede değişme olu

Çizelge 2. Öğretmen adaylarının çözünme ve fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili cevapları

Kavramlar ve Sorular	Anlama		Kısmen Anlama		Kavram Yanılgısı		Cevapsız	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Cözünme</b>								
1. Şekere ne oldu? Bu olaya ne denir?	13	65	-	-	7	35	-	-
2. Bu olayı moleküler düzeyde nasıl resmedersiniz?	-	-	20	100	-	-	-	-
<b>Kimyasal değişme</b>								
1. Demirde nasıl bir değişim olmuştur? Neden?	3	15	-	-	17	85	-	-
2. Denge değişir mi? Değişirse hangi yönde değişir?	3	15	-	-	17	85	-	-
<b>Fiziksel değişme</b>								
1. Suda nasıl bir değişim olmuştur? Neden?	15	75	-	-	5	25	-	-
2. Denge değişir mi? Değişirse hangi yönde değişir?	15	75	-	-	5	25	-	-

*Çünkü buzdaki moleküller daha sıktır ve sıkışmış haldedirler. Eriyip su haline döndüğünde içerisindeki moleküller arası uzaklık artacak ve moleküller birbirinden uzaklaşacaktır. Bu nedenle P kefesi ağırlaşır ve Q tarafına denge bozulur”, “Buz suya dönüşür, yani erir. Bu fiziksel bir değişmedir. Kimyasal özelliğini kaybetmez. Ancak tanecikler arası uzaklığı artacağından kütlesi azalır ve denge bozulur”. İlk soruya yanılıgı kategorisinde cevap veren öğretmen adaylarının tamamı dengedeki değişim ile ilgili olan ikinci soruya da yanılıgı cevap vermişlerdir.*

Kaynama, buharlaşma ve yoğunlaşma kavramları ile ilgili olarak öğretmen adaylarının anlama seviyelerini belirlemek amacıyla öğretmen adaylarının bir kaptaki ısıtılan suyu incelemeleri ve aşağıdaki sorulara cevap vermeleri istenmiştir. Bu kavramlarla ilgili olarak elde edilen cevaplar Çizelge 3'te topluca

verilmiştir. Öğretmen adaylarının sorulara verdikleri cevaplar tek tek analiz edilmiştir.

**Mü :** Neler görüyorsun? (bir kap içerisindeki su ısıtılıyor)

Öğretmen adaylarının tamamı, “suyun kabarcıklarla birlikte kaynamaya başladığını ve beraberinde buharlaştığını”, söylemişlerdir.

**Mü :** Kabarcıkların içinde ne vardır? (kaynayan su)

Bu soruya öğretmen adaylarının sadece sekizi “su buharı vardır”, diyerek anlama düzeyinde cevap vermiştir. Öğretmen adaylarının beşi kabarcıkların içerisinde hava, üçü su, ikisi de atomlar olduğunu söyleyerek kavram yanılgısı kategorisine giren cevaplar vermişlerdir (Çizelge 3). Geri kalan iki öğrenci ise, bilmediğini ifade etmiştir.

**Mü :** Kaynama nedir? Tanımını yapabilir misin?

Mülakat yapılan öğretmen adaylarının beşi “Sıvı maddelerin

dışarıdan ısı alması sonucunda dışarıdaki basınçla doğru orantılı olarak suyun içinde bulunduğu kaba yaptığı basınçtır”, “Dış basıncın iç basınca eşit olma durumudur” ifadesine benzer cevaplar vermişlerdir. Geriye kalan öğretmen adaylarının hiçbiri kaynamanın tam bir tanımını yapamamıştır. Gözlemledikleri olayı dikkate alarak her biri farklı bir tanımlama yapmışlardır. Örneğin, bazı öğretmen adayları, “Bir sıvıya ısı verilerek moleküllerini harekete geçirme işlemine kaynama denir”, “Belli bir miktardaki bir madde ısıtıldığı zaman ilk andaki sıcaklığından daha yüksek bir sıcaklığa gelir. Buna kaynama denir”, biçiminde tanımlamalar yapmışlardır.

**Mü :** Kaynama-basınç arasında bir ilişki var mıdır? Varsa nasıldır?

Soruya yalnızca beş öğrenci anlama kategorisinde cevap vermiştir. İki öğrenci soruya cevap vermezken, diğer öğretmen adayları yanlışlar içeren cevaplar vermişlerdir (Çizelge 3). Yanlış içeren cevaplardan bazı şöyledir: **T öğretmen adayı:** Yükseklerle çıkıldıkça basınç artar, kaynama noktası düşer. Deniz seviyesinde basınç daha düşüktür, kaynama noktası daha yüksektir. **M öğretmen adayı:** Yükseklerle çıkıldıkça basınç azalır, kaynama noktası değişmez. Basınç azalırca kaynama süresi uzar. Deniz seviyesinde basınç artar, kaynama noktası yine değişmez. Su 100 °C'de kaynar. Bu defa kaynama süresi azalır. **V öğretmen adayı:** Yükseklerle çıkıldıkça basınç artar, kaynama noktası yükselir. Deniz seviyesinde

basınç azalır, kaynama noktası da azalır.

**Mü :** Buharlaştırma nedir? Ne zaman gerçekleşir?

Öğretmen adaylarının, ikisi hariç, hepsi buharlaşmanın sıvı halden gaz haline geçiş olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla ilgili olarak, B öğretmen adayı, “Su moleküllerinin sıvının yüzeyinden ayrılarak gaz haline geçmesidir”, A öğretmen adayı, “Bir maddenin ısı alarak moleküller arasındaki uzaklığın giderek artmasıdır. Bunun sonucunda da hal değiştirmesidir” şeklinde tanımlamalar yapmışlardır. Bu olayın her sıcaklıkta gerçekleşebileceğini ise 12 öğrenci söylerken, geri kalan öğretmen adayları bu olayın yalnızca kaynama başladıktan sonra olabileceğini söylemişlerdir (Çizelge 3). Bununla ilgili olarak, bazı öğretmen adayları “Kaynama başladıktan sonra buharlaşma gerçekleşir. Çünkü soğuk suda buharlaşma olmaz”, “Kaynama başladıktan sonra buharlaşma olur. Çünkü buharlaşmanın olması için sıcaklık farkının olması gerekir. Dışarıdan ısı verilmezse buharlaşma olmaz” şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır.

Kısmen anlama düzeyinde cevap veren öğretmen adayları olayı doğru bir şekilde açıklarken, olayın adını bilmediklerini ya da hatırlayamadıklarını söylemişlerdir.

**Mü :** Ne gördüğünü söyler misin? Bu olayın adı nedir? (kabin üzerine bir cam levha konmuştur)

Çizelge 3. Öğretmen adaylarının kaynama, buharlaşma ve yoğunlaşma kavramları ile ilgili sorulara verdikleri cevaplar

Sorular	Anlama		Kısmen Anlatma		Kavram Yanılgısı		Cevapsız	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Kaynama-Buharlaşma-Yoğunlaşma</b>								
1. Kaynama nedir?	5	25	15	75	-	-	-	-
2. Kaynama esnasında oluşan kabarcıklar içerisinde ne vardır?	8	40	-	-	10	50	2	10
3. Kaynama ile dış basınç arasında nasıl bir ilişki vardır?	5	25	-	-	13	65	2	10
4. Buharlaşma nedir?	6	30	12	60	-	-	2	10
5. Buharlaşma ne zaman olur?	12	60	-	-	8	40	-	-
6. Yoğunlaşma nedir?	15	75	4	20	1	5	-	-

Gözledikleri olayı öğretmen adaylarının hemen hepsi yağmurun oluşumuna benzeterek doğru bir şekilde açıklamışlardır. Yalnızca bir öğrenci bu olayın terleme ya da buharlaşma olduğunu ifade ederek yanılgıya düşmüştür. Olayı doğru bir şekilde açıklayan öğretmen adaylarından birinin cevabı şu şekildedir: *"Buharlar daha soğuk bir yüzey olan cam levhaya çarpıyor ve tekrar suya dönüşüyor. Meydana gelen olay yoğunlaşmadır"*.

Öğretmen adaylarının mülakat sorularına verdikleri cevaplardan elde edilen veriler genel olarak incelendiğinde (Çizelge 1, Çizelge 2, Çizelge 3) öğretmen adaylarının anlama kategorisindeki cevap oranlarının %15-75, kısmen anlama %17-75, kavram yanılgısı %5-83 ve cevapsız %8-42 arasında değiştiği görülmektedir. Maddenin makroskobik özellikleri ile ilgili öğretmen adaylarının %67'si anlama gösterirken, sadece %17'si mikroskobik özelliklerle ilgili anlama gösterdikleri anlaşılmaktadır (Çizelge 1). Ayrıca öğrencilerin kaynama ve kimyasal değişme kavramları ile buharlaşmanın tanımı

hakkında yeterli anlamalara sahip olmadıkları Çizelge 2 ve Çizelge 3'de görülmektedir. Buharlaşmanın tanımının aksine buharlaşmanın her sıcaklıkta olabileceği ve yoğunlaşma kavramları ile ilgili öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu anlama göstermişlerdir.

## TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, öğretmen eğitimi programının dördüncü yılında öğrenim gören hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin ilköğretim birinci kademe fen müfredatında yer alan maddenin tanecikli yapısı, çözünme, kimyasal ve fiziksel değişme, kaynama, buharlaşma ve yoğunlaşma kavramları ile ilgili anlama düzeylerini ve kavram yanılgılarını tespit etmektir. Bu bölümde, yapılan mülakatlar sonucunda elde edilen bulgular göz önünde bulundurularak, öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılgıları, nedenleri ile birlikte yorumlanmıştır.

Maddenin makroskobik özellikleri, fiziksel değişme, çözünme ve yoğunlaşma kavramları ile buharlaşmanın hangi sıcaklıklarda



gerçekleştiği konusunda öğretmen adayları yeterli anlamalara (%50'nin üzerinde) sahipken, maddenin mikroskobik yapısı, kimyasal değişme, kaynama ve buharlaşma kavramları ile ilgili yetersiz anlamalara (%50'nin altında) sahip oldukları Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3'ten anlaşılmaktadır.

Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili sorularda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu maddelerin (sorudaki madde şeker) taneciklerden oluştuğunu bilmele-rine rağmen, maddelerin mikroskobik yapısı hakkında yeterli bir düşünceye sahip olmadıkları ve anlama gösteren öğretmen adaylarının sayısının %45'in altında kaldığı anlaşılmaktadır (Çizelge 1). Öğretmen adayları daha çok makroskobik bir yapı fikrine sahiptirler (%67). Benzer sonuçlar Nakhleh ve Samarapungavan (1999), Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein (1986) tarafından da rapor edilmektedir. Şekerin en küçük parçasının sorulduğu soruya öğretmen adaylarının çoğunun yanlış içeren cevaplar vermelerinin nedeni ise, öğretmen adaylarının atom ve molekül terimlerinin anlamını tam olarak kavrayamamaları olabilir. Taneciklerin nasıl görüldüğünün sorulduğu soruda öğretmen adayları yanlış göstermezken, başarıları da beklenen düzeyde olmamıştır. Öğretmen adaylarının en çok yanlışya düştüğü sorular 5. ve 6. sorular olmuştur. Bu durum, yukarıda da belirtildiği gibi, öğretmen adaylarının mikroskobik düzeydeki düşünce eksikliklerinden kaynaklanmaktadır. Öğretmen adaylarından birinin şekeri oluşturan en küçük taneciklerinin kahverengi olduğunu düşünmesinin nedeni, normalde renginin kahverengi olduğu ve beyaz rengin ona sonradan kazandırılmış olduğu fikridir. Bu

sonuçlardan da anlaşılacağı gibi, öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı hakkında önemli eksiklikleri vardır. Fen bilimlerinin ve kimyanın en temel kavramlarından birisi olan maddenin tanecikli yapısının bilimsel görüşlere uygun ve etkin bir şekilde anlaşılmasının diğer kimyasal kavramların öğrenilmesinde temel oluşturduğu fen eğitimcileri tarafından da kabul edilmektedir (Anderson, 1986; Hackling and Garnet, 1986). Çünkü bu kavram, maddenin halleri, ısıtma ve soğutma sonucu meydana gelen hal değişimleri, difüzyon, çözünme olayı, basınç, hacim ve sıcaklığın gazlar üzerine etkisi, kimyasal reaksiyonlar, denge, ısı, ısı transferi ve elektrik akımı (Gabel, Samuel, and Hunn, 1987; Haidar and Abraham, 1991; Nakhleh, 1992; De Vos and Verdonk, 1996) kavramlarının anlaşılmasında önemli bir yer tutmaktadır. Yukarıda kavramlar üzerine yapılan mülakatlarda elde edilen bulgularda da bu açık bir şekilde görülmektedir.

Çözünme olayı ile ilgili öğretmen adaylarına yöneltilen soruyu öğretmen adaylarının hemen hemen hepsi doğru olarak bilmelerine rağmen, küp şekerden ayrılan parçaların farklı büyüklüklerde olabileceği, tanecikler ne kadar homojen bir şekilde dağılırlarsa dağılsın yine de suyun alt tarafının daha tatlı olacağı, şekerin atomlarına ayrılacağı ve C, H ve O'lerin dağınık bir halde olacağı gibi literatürde belirtilmeyen kavram yanlışlarına sahiptirler. Olayın moleküler düzeyde çizimlerinde ise öğretmen adayları, şeker ve su moleküllerinin büyüklüklerini ve suyun şeker moleküllerini çevreleyerek çözünmesini göz ardı ederek, molekülleri nokta ile gösterip homojen bir dağılım olacak şekilde çizimler yapmışlardır. Bu sonuçlardan öğretmen adaylarının

çözünme kavramının mikroskobik gösterimi ile ilgili eksikliklere sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuç, Smith ve Metz (1996) ile Raviola'nın (2001) çözünme kavramı ile ilgili buldukları sonuçlarla uyusmaktadır. Herhangi bir kimyasal kavramın anlaşılabilmesi için öğrencinin o kavramla ilgili makroskobik, sembolik ve moleküler düzeyde bilgi sahibi olmasını ve bu seviyeler arasında bağlantılar kurabilmesini gerektirir (Gabel, Samuel, and Hunn, 1987). Bu soruda olduğu gibi moleküler düzeyde gösterim söz konusu olduğunda kimya öğretmen adayları dahi hayli zorluklar çekmektedirler (Demircioğlu, Özmen ve Ayas, 2001). Bu durumun öğretmen adaylarının önceki yetersiz öğrenmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kimyasal değişme ile ilgili olan soruda öğretmen adaylarının bir kısmı "kimyasal değişmelerde kütle korunur" düşüncesine sahip olmalarına rağmen, olayın kimyasal değişme olduğunu bu nedenle dengenin değişmeyeceği düşüncesini savunmaları, sahip oldukları bu bilginin hangi durumlar için nasıl kullanıldığını bilmediklerinin bir kanıtıdır. Ayrıca öğretmen adayları kimyasal değişmelerde kütle korunur ifadesini kullanırken olayın kapalı ve açık sistemlerde nasıl gerçekleştiğini dikkate almamışlardır. Benzer sonuçlar, Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu (2002) tarafından da rapor edilmektedir. Öğretmen adaylarından birinin "bu olay bir enerjidir. Madde ısıtıldığında ısı açığa çıkar ve ağırlığı azalır. Çünkü bir kısmı ısı enerjisine dönüşür", şeklinde yanıtı içeren cevap vermesi, öğrencinin demirin ısıtılmasını kağıdın yanması olayına benzeterek bir sonuç varmış olabileceği düşünülmektedir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmında fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili tam bir anlamının

olmaması, beraberinde bu kavramları içeren olayların yorumlanmasında alternatif fikirler geliştirmelerine neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca demirin bir element olması dolayısıyla elementlerin özellikleri ile ilgili yetersiz anlamalarda öğretmen adaylarında yanlıklar oluşmasına neden olmaktadır. Bunu öğretmen adaylarının demirin ısıtılması esnasında demirin bünyesinden karbon dioksit, karbon gibi maddeler buharlaşır ifadelerinden anlayabiliriz.

Fiziksel değişme ile ilgili mülakatlarda sorulan soruda ise, bazı öğretmen adayları olayın fiziksel değişme olduğunu bilmesine rağmen, "...tanecikler arası uzaklığı artacağından kütlesi azalır ve denge bozulur" şeklinde kavram yanlığına sahiptirler. Belirlenen bu yanlığı, Stavy (1990), Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer ve Blakeslee, (1993) tarafından tespit edilenlerle benzerdir. "Buz eriyip su haline döndüğünde içersindeki moleküller arası uzaklık artacak ve moleküller birbirinden uzaklaşacaktır" şeklindeki yanlıklar literatürde de mevcuttur (Griffiths and Preston, 1992). Öğretmen adaylarının böyle bir yanlığıya düşmelerinin nedeni, maddenin tanecikli yapısı kavramını tam olarak zihinlerinde anlamlandıramamış olmalarıdır. Bu kavram-la ilgili öğretmen adaylarının bir kavram kargaşası içinde oldukları görülmektedir. Bu yanlığının diğer bir nedeni olarak öğretmen adaylarının boşluk kavramı ile hava kavramlarının birbirlerinin yerine kullanmaları olabilir.

Kaynamanın ne olduğunun sorulduğu soruda öğretmen adayları yanlığı göstermezken, kısmen anlama gösteren öğretmen adayları kaynama olayını, bir sıvının dışarıdan ısı alarak gaz haline geçmesi şeklinde tanımlarken

basınçtan hiç bahsetmemişlerdir. Kaynama ile dış basınç arasındaki ilişkinin sorulduğu soruda ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunda kavram yanlışlığı görülmektedir. Yanılıya sahip olan öğretmen adaylarından ikisi ne olursa olsun dış basıncın kaynama sıcaklığını değiştirmeye-ceğine inanmaktadırlar. Bu tür bir yanlışlığın, öğretmen adaylarının kaynama olayı ile basınç arasında herhangi bir ilişki olmadığı düşüncesinden ileri geldiği düşünülmektedir.

Kaynama esnasında oluşan kabarcıkların içeriği ile ilgili sorulan soruda yanılıya düşen öğretmen adayları kabarcıklar içerisinde hava, atomlar ve sıvı su bulunduğunu söylemişlerdir. Kabarcıkların içerisinde hava bulunur yanlışlığı literatürde yer alan bir çok çalışmada tespit edilmişken (Bar and Travis, 1991; Coştu, 2001), kabarcıkların içerisinde atomlar ve sıvı su bulunur yanlışlarına ilk kez bu çalışmada rastlanmıştır. Atom ifadesini kullanan öğretmen adaylarının mülakattaki diğer sorulara verdiği ifadeler incelendiğinde, bu öğretmen adaylarında atom ve molekül kavramlarının tam olarak yerleşmediği görülmektedir. Üstelik bu öğretmen adayları suyun ısıtıldıkça atomlarına ayrışacağını düşünmektedir.

Mülakatlarda buharlaşmanın ne olduğunun sorulduğu soruda öğretmen adaylarından hiç biri herhangi bir yanlışlığa düşmemiştir. Ancak öğretmen adaylarının bildikleri olay ya da durumları ifade edebilme kısırlığına sahip oldukları görülmektedir. Buharlaşma olayını bütün sıcaklıklarda meydana gelme özelliğini ölçmek için sorulan soruda ise, yanlışlara sahip olan öğretmen adayları, buharlaşmanın olabilmesi için sıcaklık farkının olması gerektiğine inanmaktadırlar. Bunu da

şöyle ifade etmişlerdir: "...Çünkü soğuk suda buharlaşma olmaz". Benzer sonuçlar, yapılan diğer çalışmalarda da ortaya çıkartılmıştır (Bar and Travis, 1991; Coştu, 2001).

Yoğunlaşma olayı ile ilgili olan soruda yanılıya düşen öğrenci olayın buharlaşma ya da terleme olduğunu söylemiştir. Benzer yanlışlıklar literatürde de tespit edilmiştir (Sökmen, Bayram ve Gürdal, 2000; Tytler, 2000; Demircioğlu, Ayas, ve Demircioğlu, 2002).

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ve bunlara dayalı olarak yapılan öneriler aşağıda sunulmuştur.

Genel olarak öğretmen adaylarının araştırılan kavramlarla ilgili olarak yeterli düzeyde anlamalara sahip olmadıkları ve yanlışlıklar taşıdıkları 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 öğretmen adaylarında bu kavramlarla ilgili yanlışlıkların bulunması oldukça dikkat çekicidir. Üstelik çalışmada ele alınan bu kavramların bir çoğu ile günlük hayatta sürekli olarak karşılaşıl-maktadır. Demek ki, okullarda öğretilen kavramlar günlük hayatla yeterince ilişkilendirilememektedir.

Öğretmen adaylarının maddelerin makroskobik özellikleri ile mikroskobik özelliklerini birbirine karıştırdıkları ve bu özellikleri birbirlerinin yerinde kullandıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu maddelerin tanecikler-den oluştuğunu bilmelerine rağmen, maddelerin mikroskobik yapısı hakkında çok fazla bir düşünceye sahip değildirler. Daha çok makroskobik

düzeyde fikirler taşıdıkları tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının ifadelerinde önceki yüzeysel öğrenmelerinden kaynaklanan bir kararsızlık içinde oldukları, bu nedenle kendileri ile çelişen ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının çoğunluğu çözünme kavramını doğru bir şekilde tanımlarken, çözünme olayının moleküler düzeyde gösteriminde aynı başarıyı gösterememişlerdir. Bunun öğretmenlerin mikroskobik seviyeden ziyade makroskobik seviyeye önem vermelerinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Öğretmen adayları yoğunlaşma kavramında gösterdikleri başarıyı kaynama ve buharlaşma kavramlarında gösteremedikleri anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarının bu kavramlara bilimsel bir tanımlama getirmede zorlanmalarının nedeni, okullardaki öğretmenlerin, temel ve günlük hayatta sıkça karşılaşılan bu kavramları öğrenciler zaten bilir düşüncesinde olmaları ve üzerlerinde yeterince durmamaları olduğu düşünülmektedir.

Diğer önemli bir sonuç, öğretmen adayları sahip oldukları bilgileri karşılaştıkları yeni durumlara uyarlamakta zorluklar çekmektedirler. Örneğin, bazı öğretmen adayları fiziksel ve kimyasal değişme kavramlarının bilimsel tanımlarını bildikleri halde, gözlemledikleri bir olayın fiziksel mi yoksa kimyasal mı olduğunu belirlemede yetersiz kalmışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının bir kısmı "kimyasal değişmelerde kütle korunur" düşüncesine sahip olmalarına rağmen, kimyasal değişme kavramı ile ilgili sahip oldukları bilgilerin hangi durumlar için nasıl kullanıldığını bilmemektedirler.

Fen bilimlerinin önemli bir dalı olan kimyanın konuları, soyut ve daha

fazla zihinsel düşünmeyi gerektiren kavramları içermektedir. İlköğretim 4 ve 5. sınıflarda önemli bazı kimya kavramlarının temelleri atıldığı için, sınıf öğretmenlerinin etkili fen öğretmenleri olabilmeleri için özellikle soyut düşünme yeteneğini kazanmış olmaları gerekmektedir. Bundan dolayı soyut kavramların öğretiminde, öğretmen adaylarının aktif olarak katıldığı ve yaparak-yaşayarak daha kolay öğrendiği laboratuvar etkinliklerine daha fazla ağırlık verilmelidir. Öğretmen adaylarına bu yönden gerekli olan bilgi ve beceriler kazandırılmalıdır.

Çalışmanın sonuçları, öğretmen adaylarının sahip oldukları bazı bilgilerini günlük hayatta karşılaştıkları ilgili olayları açıklamada kullanamadıklarını göstermektedir. Öğretmen adaylarının öğrencilerine yukarıda bahsedilen olaylar konusunda gerekli açıklamaları yapabilmeleri ve güncel olaylar ile öğrendikleri arasında ilişki kurabilmeleri için, kavramların öğretilmesi sırasında teorik problemlerden ziyade günlük yaşamda karşılaştığımız örnekler kullanılarak durumlara açıklık getirilmelidir.

Öğretmen adaylarının ilerde öğretecekleri kavramları daha iyi anlamaları için sınıf öğretmenliği programında bu yönde gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Programa bu kavramların bire bir öğretildiği dersler konmalı, olaylar her yönü ile öğretmen adaylarına öğretilmeye çalışılmalıdır.

Üniversitede etkili bir öğretmen eğitimi, ilköğretim fen eğitiminin ilerleyip gelişmesinde önemlidir. Fen eğitimi ile ilgili problemlerin aşılması için sınıf öğretmenliği programlarına girişte fen puanının ağırlığı artırılmalıdır. Ya da 4 ve 5. sınıf fen bilgisi derslerini fen bilgisi öğretmenleri yürütmelidir.

## Kaynaklar

1. Anderson, B. (1986). Pupils' Explanations of Some Aspects of Chemical Reactions, Science Education, 70, 5; 549 – 563.
2. Baki, A., Karataş, İ., Güven, B. (16-18 Eylül 2002). Klinik Mülakat Yöntemi İle Problem Çözme Becerilerin Değerlendirilmesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde Sunulan Sözlü Bildiri, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Ankara.
3. Bar, V., Travis, A.S. (1991). Children's Views Concerning Phase Changes, Journal of Research in Science Teaching, 28, 363-382.
4. Ben-Zvi, R., Eylon, B.S., Silberstein, J. (1986). Is an Atom of Copper Malleable?, Journal of Chemical Education, 63, 1, 64-66.
5. Bradley, J. D., Mosimege, M.D. (1998). Misconceptions in Acids and Bases: A Comparative Study of Student Teachers with Different Chemistry Backgrounds. South African Journal of Chemistry, 51, 3, 137 – 150.
6. Coştu, B., Ortaöğretim Farklı Öğrenim Seviyelerindeki Öğrencilerin Buharlaştırma, Yoğunlaştırma ve Kaynama Kavramlarını Anlama Düzeylerine İlişkin Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2001.
7. Çepni, S. (2001). Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Editör: Yeşilyurt, M., Trabzon: Erol Ofset.
8. Demircioğlu, G., Özmen, H., Ayas, A. (7-8 Eylül 2001). Kimya Öğretmen Adaylarının Asitler ve Bazlarla İlgili Yanlış Anlamalarının Belirlenmesi, Yeni Binyılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı (ss. 451-457), Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
9. Demircioğlu, H., Ayas, A., Demircioğlu, G. (16-18 Eylül 2002). Sınıf Öğretmen Adaylarının Kimya Kavramlarını Anlama Düzeyleri ve Karşılaşılan Yanılgılar, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde Sunulan Sözlü Bildiri, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Ankara.
10. Demircioğlu, H., (2002), Sınıf Öğretmen Adaylarının Bazı Kimya Kavramlarını Anlama Düzeyleri ve Karşılaşılan Yanılgılar, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
11. Demircioğlu, G., (2003), Lise II Asitler ve Bazlar Ünitesi İle İlgili Rehber Materyal geliştirilmesi ve Uygulanması, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
12. De Vos, W., Verdonk, A.H. (1996). The Particulate Nature of Matter in Science Education and in Science, Journal of Research in Science Teaching, 33, 6, 657-664.
13. Fitch, T., Fisher, R. (1979). Survey of Science Education in A Sample of Illinois Schools: Grades K-6. Science Education, 63, 407-416.
14. Gabel, D.L., Samuel, K.V., Hunn, D. (1987). Understanding the Particulate Nature of Matter, Journal of Chemical Education, 64, 8, 695-697.
15. Ginns, I.S., Watters, J.J. (1995). An Analysis of Scientific Understandings of Preservice Elementary Teacher Education Students. Journal of Research in Science Teaching, 32, 2, 205-222.
16. 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.
17. Hackling, M. W., Garnet, P.J. (1986). Chemical Equilibrium: Learning Difficulties and Teaching Strategies, The Australian Science Teachers Journal, 31, 4, 8-13.
18. 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.
19. Harlen, W., Holroyd, C. (1977). Primary Teachers' Understanding of Concepts of Science: Impact on Confidence and Teaching, International Journal of Science Education, 19, 93-105.
20. Lee, O., Eichinger, D.C., Anderson, C.W., Berkheimer, G.D., Blakeslee, T.D. (1993). Changing Middle School Students' Conceptions of Matter and Molecules, Journal of Research in Science Teaching, 30, 3, 249-270.
21. Milli Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi, Sayı:2518, Kasım 2000.
22. Nakhleh, M.B. (1992). Why Some Students Don't Learn Chemistry, Journal of Chemical Education, 69, 3, 191-196.

23. Nakhleh, M.B., Samarapungavan, A. Beliefs about Matter, Journal of Research in Science Teaching, 36,7, 777-805.
24. Pardo, J.Q., Portoles, J.J.S. (1995). Students and Teachers Misapplication of Le Chatelier's Principle: Implication for the Teaching of Chemical Equilibrium, Journal of Research in Science Teaching, 32, 9, 939-957.
25. Raviolo, A. (May 2001). Assessing Students' Conceptual Understanding of Solubility Equilibrium, Journal of Chemical Education, 78, 5, 629-631.
26. Schulte, P. L., Preservice Elementary Teachers' Alternative Conceptions in Science and Attitudes Toward Teaching Science, Doctoral Thesis, University of New Orleans, New Orleans, 2001.
27. Smith, K. J., Metz, P.A. (March 1996). Evaluating Student Understanding of Solution Chemistry Through Microscopic Representations, Journal of Chemical Education, 73, 3, 233-235.
- (1999). Elementary School Children's
28. Sökmen, N., Bayram, H., Gürdal, A. (2000). 8. ve 9. Sınıf Öğrencilerinin Fen Eğitiminde Yaşadığı Kavram Kargaşası, Milli Eğitim Dergisi, 146, 74-77.
29. Stavy, R. (1990). Children's Conception of Changes in the State of Matter: From Liquid (or Solid) to Gas, Journal of Research in Science Teaching, 27, 3, 247-266.
30. Stocklmayers, M., Treagust, D.F. (1996). Images of Electricity: How Do Novices and Experts Model Electric Current?, International Journal of Science Education, 18, 163-178.
31. Tytler, R. (2000). A Comparison of Year 1 and Year 6 Students' Conceptions of Evaporation and Condensation: Dimensions of Conceptual Progression, International Journal of Science Education, 22, 447-467.
32. White, R.T., Gunstone, R.F. (1992). Probing Understanding, London: The Falmer Press.