

Kimya Öğretmen Adaylarının Asitlik Kavramı İle İlgili Anlamalarının Çizimlerle Değerlendirilmesi*

Ayşe YALÇIN-ÇELİK¹, Nurcan TURAN-OLUK², Sinem ÜNER³,
Burcu ULUTAŞ⁴, Hüseyin AKKUŞ⁵

Geliş Tarihi: 03.01.2017

Kabul Ediliş Tarihi: 28.03.2017

ÖZ

Kimya öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili anlamalarını ve alternatif kavramalarını çizimler yoluyla belirlemeyi amaçlayan bu çalışma nitel yaklaşımı esas alan bir tarama çalışmasıdır. Çalışma, 109 kimya öğretmen adayı ile yürütüldü. Öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili imajlarının mikroskobik boyutta çizimlerle tespit etmek için bu amaca uygun iki açık uçlu sorudan oluşan test veri toplama aracı olarak kullanıldı. Çalışma sonucunda kimya öğretmen adaylarının çoğunun asitlik kavramı ile ilgili iyonlaşma, hidrasyon, stokiometri, derişim, derişik/seyreltik gibi kavramlarda bilimsel görüşe uygun olmayan imajlara sahip oldukları belirlendi. Öğretmen adaylarının bir asidin kuvvetini; bağ kuvvetine, ortamdaki türlerin cinsleri veya sayısına bağlı olarak açıkladıkları tespit edildi. Ayrıca öğretmen adaylarının “kuvvetli asitler iyonlaşmaz”, “ortamdaki H_3O^+ sayısı arttıkça asitlik kuvveti artar”, “derişik asitler iyonlaşmaz, seyreltik asitler iyonlaşır” gibi alternatif kavramalara sahip oldukları belirlendi.

Anahtar kelimeler: asitlik kuvveti, mikroskobik çizimler, alternatif kavrama, kimya öğretmen adayı

Evaluating Chemistry Preservice Teachers' Concepts Of Acidity Through Drawings

ABSTRACT

This study was designed as a survey model and aimed to determine chemistry preservice teachers' concepts of acidity and alternative conceptions through sub-microscopic drawings. It involved 109 preservice chemistry teachers. Two open ended questions for determining their images of acidity through microscopic drawings were used as a data collection tool. The results revealed that most of the participants have images that are not in accord with scientific thought about acidity, specifically regarding ionization, hydration, stoichiometry, concentration, concentrated/dilute. It was determined that preservice teachers explain the acid strength by bond strength and the amount and elements of molecules and ions present in solution. It was also determined that preservice teachers have alternative conceptions such as: “strong acids do not ionize,” “acidity

* Bu çalışmanın bir kısmı Eylül 2013'te Trabzon'da düzenlenen III. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresi (UKEK)'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

¹ Dr., Gazi Üniversitesi, e-posta: ayseyalcin@gazi.edu.tr

² Dr., Gazi Üniversitesi, e-posta: nurcanturan@gazi.edu.tr

³ Dr., Gazi Üniversitesi, e-posta: sinemuner@gazi.edu.tr

⁴ Dr., Gazi Üniversitesi, e-posta: burcuusik@gazi.edu.tr

⁵ Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, e-posta: akkus@gazi.edu.tr

increases as the number of H_3O^+ in a solution increases,” and, “concentrated acids do not ionize, but diluted acids do.”

Keywords: acid strenght, sub-microscopic drawings, alternative conception, pre-service chemistry teacher

GİRİŞ

Öğrenciler kimyayı neden zor öğrenirler veya daha da kötüsü öğrenemezler? Bunun nedeni kimyanın soyut yapısı ve kendine özgü dilidir (Carter & Brickhouse, 1989; Nakhleh, 1992). Öğrencilerin kimyayı öğrenebilmeleri için kimyanın makroskobik, mikroskobik ve sembolik doğası arasında ilişkilendirme yapmaları gereklidir. Öğrenciler makroskobik ve sembolik doğayı anlamada zorlanmazken, mikroskobik doğayı anlamaları için öğrencilerin görmedikleri şeyler hakkında zihinsel imajlar oluşturmaları gerekir ki bu da oldukça zordur (Taber & Coll, 2002). Kimyanın bu soyut doğası öğrencilerin kavramları bilimsel görüşten farklı olarak kavramalarının en önemli kaynağı olarak gösterilmektedir (Gilbert & Treagust, 2009; Taber, 2002). Kimyanın soyut kavramlar içermesi öğretmenin öğrenciye kazandırmak istediği kavram ile öğrencinin zihninde yapılandırdığının çoğu zaman uyuşmamasına sebep olmaktadır. Bu şekilde oluşan ve bilimsel görüşe uygun olmayan kavramlara yanlış kavrama denir (Nakhleh, 1992). Bilimsel olarak kabul edilenden farklı olan öğrenci anlamaları alanyazında; yanlış kavrama (misconception), yanlış anlama (misunderstanding), alternatif kavrama (alternative conception), alternatif çatı (alternative framework) gibi terimlerle açıklanmaktadır (Hewson & Hewson, 1984; Nakhleh, 1992; Taber, 2002). Bu çalışma kapsamında bilimsel modele uygun olmayan öğretmen adayı anlamaları için alternatif kavrama terimi kullanılmaktadır.

Özmen (2005)'e göre bilimsel gerçeklere aykırı olan ve yeni kavramların öğrenilmesini engelleyici bilgiler olarak nitelendirilen alternatif kavramalar, genellikle kişisel deneyimler sonucu oluşmaktadır. Ancak öğrencide alternatif kavrama oluşması, yalnızca öğrenciye mal edilemez. Öğretim esnasında kullanılan uygun olmayan öğretim yöntemleri/materyalleri ve bilimsel dilin doğru kullanılmaması, kullanılan kavramın günlük hayattaki anlamı ile kimyadaki anlamının farklı olması ve öğretmenin sahip olduğu alternatif kavramalar da öğrencide alternatif kavrama oluşmasına yol açabilmektedir. Bu şekilde oluşan alternatif kavramlara okul kaynaklı alternatif kavramlar denir (Barke, Hazari & Yitbarek, 2009).

Kimyanın zor olduğuna inanan birçok insan onun başarılı bir şekilde öğrenilemeyeceğini düşünür. Sorun; aktarımın kendisinde (öğretim) mi, mesajda (üzerinde çalışılan kavram) mı, yoksa alıcılarda (öğrenenler) midir? Aslında problemin kaynağı belli oranlarda her üçünü de içermektedir (Johnstone, 1991). Aktarım kademesindeki sorunlar özellikle okul kaynaklı alternatif kavramaların oluşmasında etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra birçok öğretmenin kendisinde de alternatif kavramalarının olduğu bilinen bir durumdur. Bu öğretmenler kendi öğretimleri sırasında bu alternatif kavramaları öğrencilerine aktarmakta ve

öğrencilerinde de benzer alternatif kavramalar oluşmasına yol açmaktadır (Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994). Alternatif kavramalar özellikle kimyanın öğrenilmesindeki güçlüklerde önemli bir rol oynar (Mulford & Robinson, 2002). Doğası gereği soyut olan kimya konularının öğrenilmesinde, özellikle öğretmenden kaynaklı alternatif kavramaların oluşması, öğretim sürecini daha da zorlaştıracaktır. Bu nedenle öğretmenliğe başlamadan önce öğretmen adaylarının alternatif kavramalarının ve eksikliklerinin belirlenip, gerekli kavramsal değişimin sağlanması büyük önem taşımaktadır.

Kimyada; makroskobik, mikroskobik ve sembolik olmak üzere üç temel seviyede gösterimler yer almaktadır (Johnstone, 1991). Kimyanın mikroskobik boyutu klasik test teknikleri ile ortaya çıkarılamayan ancak çizimler ve modeller yolu ile ortaya çıkarılabilen bir boyuttur (Türk, Akkuş & Tüzün, 2014). Çizimler, kimya eğitimi; alternatif kavramaları belirlemek ve öğrencilerin bilimsel modele uygun zihinsel modeller oluşturmalarını sağlamak için önemli bir araçtır (Devetak & Glazar, 2009). Çizimlerin amacı, öğrencinin zihnindeki kavramsal yapının öğrenciyi kelimelerle sınırlamadan ortaya çıkarılmasıdır (Atasoy, 2004). Çizim tekniğinin, öğrenci cevabını sınırlanmadığı için öğrencinin anlama düzeyinin, zihinsel modellerinin ve alternatif kavramalarının ortaya çıkarılmasında kullanılması gereken tekniklerden biri olduğu savunulmaktadır (Novick & Nussbaum, 1978).

Asitler ve bazlar konusu ortaöğretimden yükseköğretime kadar her kademedeki öğrenci için önemlidir. Bu konudaki kavramlar; çözeltiler, derişim, indirgenme-yükseltgenme, kimyasal denge, organik kimya ve daha birçok kimya konusuyla yakından ilişkilidir ve bu konuların anlamlı öğrenilebilmesi için temel oluşturmaktadır. Dolayısıyla asitlik konusunda sahip olunan alternatif kavramalar, üzerine temellendirilecek diğer konuların da anlaşılmasını zorlaştıracaktır (Bhattacharyya, 2006; Duis, 2011). Bu sebeple bu çalışmada, asitlik konusu çalışma alanı olarak seçilmiştir. Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde asitlik kavramının asitlik kuvveti, iyonlaşma, hidrasyon, seyreltik/derişik çözeltiler ve kuvvetli/zayıf asit kavramlarıyla birlikte mikroskobik boyutta incelendiği çok fazla çalışma olmadığı görülmektedir. Ayrıca okul kaynaklı alternatif kavramaların önemli sebeplerinden biri öğretmenler olmasına rağmen (Barke, Hazari & Yitbarek, 2009) asitlik konusunda yürütülen çalışmalarda katılımcıların nadiren öğretmen veya öğretmen adayı olduğu görülmektedir.

Gess-Newsome' in (2015) önerdiği modele göre öğrenci anlayışları öğretmenin alan bilgisi veya öğretmenin sınıfta kullandığı içerik gösterimleri gibi öğretmen mesleki bilgi türlerinden etkilenmektedir. Öğretmenler, soyut olan kimya kavramlarını öğrencilerinin bilimsel görüşe uygun şekilde anlayabilmelerini sağlamak için bilimsel modelleri, gösterimleri ya da çizimleri derslerinde tercih ederler. Özellikle bir olgunun çizimlerle ifade edilebilmesi öğrenciler için uygun zihinsel model geliştirebilmelerini sağlasa da öğretmenin bu konudaki yanlış gösterimleri öğrencinin alternatif kavrama oluşturmaya neden olabilir.

Öğretmen adaylarının yanlış çiziminden veya yanlış anlamalarından dolayı gelecekte öğretmen olduklarında, öğrencilerinin asit baz konusunu bilimsel modele uygun bir şekilde kavramaları zorlaşabilir. Bu sebeple öğretmen adaylarının kimyasal olguları çizimlerle ifade etme şekilleri araştırılmalıdır. Çizimlerden yararlanarak öğretmen adaylarının alternatif kavramalarını belirlemek onlarla gerçekleştirilecek eğitim için önemlidir. Bu sebeple bu çalışmanın bulguları öğretmen yetiştirmeyi amaç edinmiş birçok kurum için de önemlidir. Bu çalışma, asitlik kavramını onunla bağlantılı temel kavramlarla birlikte ele aldığından ve öğretmen adayları ile çalışıldığından dolayı da alanyazında yer alan çalışmalardan farklılaşmaktadır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı kimya öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili anlamalarını ve alternatif kavramalarını çizimler yoluyla belirlemektir.

YÖNTEM

Eğitim araştırmalarında çizimler; katılımcının tutumu, algısı, ilgisi veya zihinsel modelleri gibi farklı değişkenlerin belirlenmesinde 1950'li yıllardan beri kullanılmaktadır (Cronin-Jones, 2005). Bu araştırmalarda genellikle çizimler betimsel olarak ifade edilmiştir. Betimsel çalışma, eğitim araştırmalarında sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir ve genellikle tarama tipi çalışmalarda sıklıkla kullanılır. Katılımcıların kavramsal anlamalarını çizim yoluyla ortaya çıkarmayı amaçlayan bu çalışma nitel yaklaşımı esas alan bir tarama çalışmasıdır. Nitel araştırmada temel amaç var olan durumun derinlemesine incelenmesidir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Tarama çalışmaları mevcut bir durumdaki şartları ve ilişkileri, mevcut fikirleri veya eğilimleri belirlemekte tercih edilir (Singh & Nath, 2007).

Çalışma Grubu

Çalışma, Ankara'daki bir devlet üniversitesinin kimya eğitimi anabilim dalında öğrenim gören 109 (76 kız, 33 erkek) öğretmen adayı ile gerçekleştirildi. Öğretmen adaylarının %18'i 1. sınıf, %23'ü 2. sınıf, %14'ü 3. sınıf, %21'i 4. sınıf ve %24'ü 5. sınıfta öğrenim görmektedir. Öğretmen adaylarının yaşları 17 ile 25 arasındadır. Bu çalışmada, Temel Kimya I dersini almış öğretmen adayları ile çalışıldığından amaçlı örneklem çeşitlerinden ölçüt örnekleme kullanıldı.

Öğretmen adaylarının üniversite seviyesinde olması, derslerde gerekli olduğu yerlerde mikroskobik çizimlerin yapılıyor olması ve ders kitaplarında sıklıkla çizimlere yer veriliyor olmasından dolayı bu çalışmadan önce öğretmen adaylarına, mikroskobik boyutta çizimlerle ilgili bir eğitim verilmedi. Asitlik kavramının öğretimi 1. sınıf Temel Kimya derslerinde gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma bu konunun öğretiminin gerçekleştirilmesinden sonra yapıldığı için tüm öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili üniversite düzeyinde eğitime sahip oldukları kabul edildi.

Veri Toplama Aracı

Asitlik kavramı ile ilgili imajları mikroskobik boyutta çizimlerle tespit etmek için bu amaca uygun iki açık uçlu sorudan oluşan test veri toplama aracı olarak kullanıldı (Ek). Sorulardan bir tanesi Devetak ve Glazar (2010) tarafından geliştirilen bir ölçekten, yazarlardan izin alınarak kullanıldı. Diğer soru araştırmacılar tarafından geliştirildi. İlk soruda, öğretmen adaylarının bir çizimi okumaları, çizime bağlı olarak yeni bir çizim yapmaları ve çizimlerini açıklamaları ikinci soruda ise sadece çizim yapmaları istenmektedir. Bu iki soruda, asitlik kavramına ilişkin anlamalar, zayıf asit, kuvvetli asit, derişik/seyreltik, derişim, iyonlaşma, stokiyometri ve hidratasyon kavramları ile ilgili mikroskobik boyutta yapılan çizimler ile ölçüldü.

Veri toplama aracı, kapsam geçerliği açısından lisans ve lisansüstü düzeyde eğitim veren dört kimya eğitimi uzmanı tarafından değerlendirildi. Veri toplama aracının çalışmada hedef alınan kavramaların gösterimini sağlayabilecek nitelikte olduğuna karar verildi. Soruların anlaşılabilirliğini test etmek için çalışmaya dâhil edilmeyen üç öğretmen adayından görüş alındı. Öğretmen adaylarının çizimlerinde; birinci soruda iyonlaşma, derişim, stokiyometri ve hidratasyon olmak üzere 4 kavram ve ikinci soruda iyonlaşma, stokiyometri, derişik kuvvetli asit, seyreltik asit, derişik asit, seyreltik kuvvetli asit, derişik zayıf asit ve seyreltik zayıf asit olmak üzere 8 kavramın bilimsel modele uygunluğu incelendi. İki soruda toplam 12 kavramın bilimsel modele uygunluğu 1-0 olarak kodlanarak veri toplama aracının güvenilirliği (iç tutarlık katsayısı, KR20) 0,90 olarak hesaplandı.

Öğretmen adaylarının bu iki soruyu çizim yaparak cevaplamaları sırasında bir zaman sınırlaması yapılmadı, ancak ortalama olarak 15-20 dakikada çizimler tamamlandı.

Verilerin Analizi

Kimya öğretmen adaylarının çizimleri ve yazılı açıklamaları kapalı kodlama (araştırmacılar tarafından geliştirilen ölçüt tablosu kullanılarak) ve açık kodlama (açıklamalarının altında yatan anlamlar incelenerek) birlikte kullanılarak analiz edildi. Verilerin analizi iki aşamada gerçekleştirildi.

Birinci Aşama

Öncelikle, öğretmen adaylarının çizimlerini değerlendirebilmek için çizimlerde bulunması gereken ölçütler belirlendi. Bu amaçla kimya eğitiminde uzman iki kişiye sorular cevaplatıldı ve bu cevaplardan yararlanılarak araştırmacılar tarafından çizimlerde bulunması gereken ölçüt listesi hazırlandı. Bu ölçüt listesi dört kimya eğitimi uzmanınca kontrol edildi ve ölçüt listesinin uygunluğuna karar verildi. Uzman çizimlerine göre hazırlanmış ölçüt listesi Tablo 1'de görülmektedir. Ölçüt listesinde her iki soru için de ortak olan betimsel özellikler ve soruya göre farklılık gösteren kavramsal özellikler kısımları bulunmaktadır.

Tablo 1. Uzman Çizimlerine Göre Oluşturulmuş Kriter Listesi

Soru	Betimsel Özellikler	Kriter
1 -2	Soruya cevap verilmiş mi?	Evet/ Hayır
	Tanecik şekli	Yuvarlak (Simetrik olmak zorunda değil)/ Harflerle gösterim/ Diğer geometrik şekil
	Tanecik büyüklüğü	Uygun /Uygun değil
	Temsili gösterim	Belirtilmiş/Belirtilmemiş
	Gösterim türü	Makroskobik/Sembolik/Mikroskobik
Kavramsal Özellikler		
	İlgili Kavram	Kriter
1	İyonlaşma	A^- ve H_3O^+ taneciklerinin bulunması
	Derişim	Soruda verilen tanecik sayısı ile aynı sayıda tanecik içermesi
	Stokiyometri	Stokiyometrik orana dikkat edilerek anyon ve kation sayısının eşit olması
	Hidratasyon	Su molekülleri ile çözünen/iyonlaşan tanecikler arasındaki etkileşimleri göstermesi
2	İyonlaşma	Tüm hücrelerde A^- ve H_3O^+ taneciklerinin bulunması
	Stokiyometri	A^- ve H_3O^+ iyonlarının sayısının stokiyometrik oran dikkate alınarak belirlenmesi
	Derişik kuvvetli asit	Derişik kuvvetli asit hücresinde A^- ve H_3O^+ taneciklerinin sayısının HA sayısından çok fazla olması
	Seyreltik asit	Derişik asit hücresine oranla iyonlaşan tanecik sayısının az olması ya da H_2O sayısının fazla olması
	Derişik asit	Seyreltik asit hücresine oranla iyonlaşan tanecik sayısının fazla olması
	Seyreltik kuvvetli asit	Seyreltik kuvvetli asit hücresinde iyonlaşmadan kalan HA taneciğinin olmaması
	Derişik zayıf asit	Derişik zayıf asit hücresindeki HA iyonlaşma yüzdesinin diğer hücredekilerden daha az olması
	Seyreltik zayıf asit	Seyreltik zayıf asit hücresindeki HA iyonlaşma yüzdesinin kuvvetli asit hücrelerinden az olması

Betimsel özellikler kısmında öğretmen adaylarının çizimlerinde a) sorunun boş olup olmadığı, b) temsili gösterimlerin yuvarlak olup olmadığı, c) tanecik büyüklüklerinin uygun olup olmadığı ve d) gösterimlerin hangi taneciği temsil

ettiğinin açıklanıp açıklanmadığı değerlendirildi. Ancak değerlendirme sürecinde öğretmen adaylarının çizimlerinde mikroskobik gösterimlerin yanı sıra sembolik ve makroskobik gösterimlere de rastlanıldı. Bu nedenle ölçüt listesinin bu kısmına öğretmen adaylarının çizimlerinde aranmak üzere e) gösterimin makroskobik/ sembolik/ mikroskobik olup olmadığı ölçütü eklendi.

Kavramsal özellikler kısmında ise çizimlerde aranan kriterler ve onların hangi kavramla ilişkili olduğu etiketlendi. İlk soru için oluşturulan kavramsal etiketler a) iyonlaşma, b) stokiyometri, c) derişim, d) hidrasyondur. İkinci soru için oluşturulan kavramsal etiketler ise a) iyonlaşma, b) stokiyometri, c) derişik kuvvetli asit, d) derişik/seyrelik, e) seyrelik kuvvetli asit, f) derişik zayıf asit, g) seyrelik zayıf asit şeklindedir.

İkinci Aşama

Bu aşamada öğretmen adaylarının çizimleri ölçüt listesi kullanılarak betimsel analiz ve içerik analizi ile değerlendirildi. Değerlendirme süreci oturumlar halinde yapıldı. Bütün oturumlara tüm araştırmacılar katıldı ve değerlendirmeler birlikte yapıldı. Değerlendirmeler esnasında araştırmacılar arasında uyumsuzluk olduğu durumlarda tartışmalar yapılarak ortak bir fikir birliği sağlandı. Fikir birliğinin sağlanmadığı durumlarda da çizim ölçüt listesine göre ilgili öğretmen adayı ile birlikte değerlendirildi, böylelikle katılımcı teyidi alınarak fikir birliği sağlandı. Öğretmen adaylarının çizimleri ve yazılı açıklamaları kapalı kodlama ve açık kodlama birlikte kullanılarak analiz edildi.

Bu çalışmada katılımcı çizimlerinden içerik analizi ile bilimsel görüşe uygun olmayan alternatif kavramlar da tespit edildi. Bu alternatif kavramlar içerik açısından kontrol edilerek uygun tema ve kategoriler altında toplandı. Bu değerlendirme süreci tüm araştırmacılar tarafından üç defa tekrarlanarak bulguların güvenilirliği sağlandı. Nihai kategorilerden bağ kuvveti, ortamdaki tür veya sayısı kategorileri asitlik kuvveti teması; çözünme, derişik/seyrelik, kuvvetli/zayıf asit kategorileri ise iyonlaşma teması altında toplandı.

BULGULAR

Çalışmada verilerinin analizi sonucunda elde edilen bulgular “Kimya öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili imajları” ve “Kimya öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili alternatif kavramları” olmak üzere iki başlık altında toplandı. İlk başlıkta kimya öğretmen adaylarının asitlik kavramıyla ilişkili kavramsal etiketlerle ilgili anlayışlarına, ikinci başlıkta ise öğretmen adaylarının çizimlerinden tespit edilen alternatif kavramalara ilişkin bulgulara yer verildi.

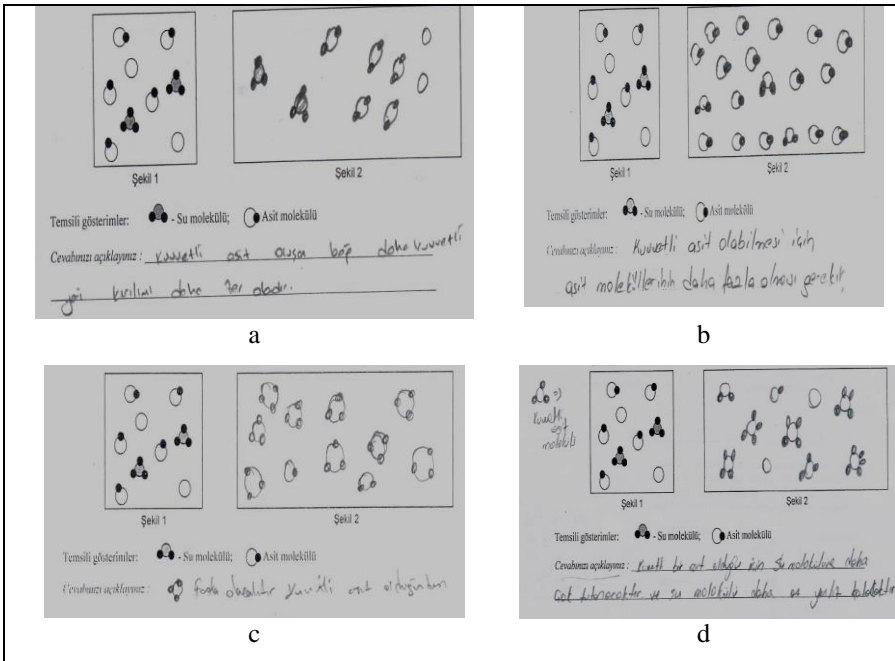
Kimya Öğretmen Adaylarının Asitlik Kavramı İle İlgili İmajları

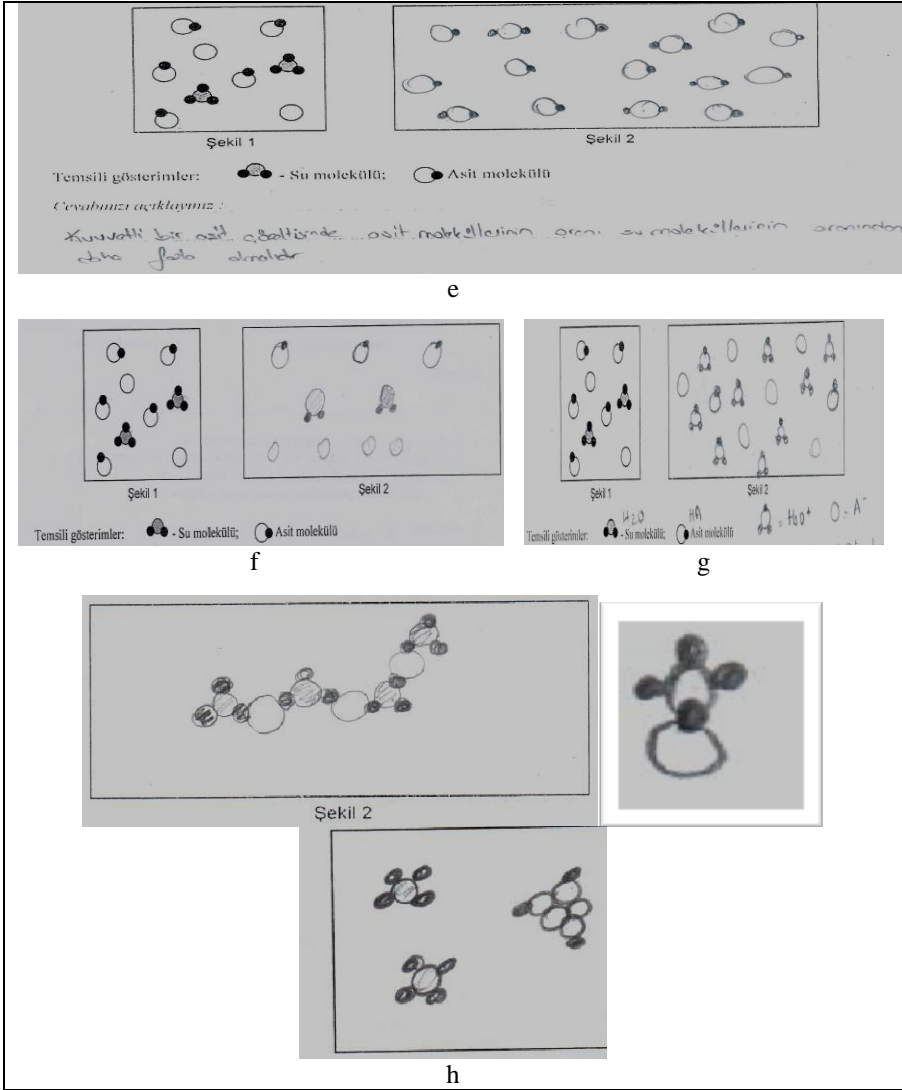
Çizimler incelendiğinde, öğretmen adaylarının çoğunun asitlik kavramı ile ilgili bilimsel görüşe uygun olmayan imajlara sahip oldukları belirlendi. Birinci soruya ait çizimlerdeki kavramsal etiketlerle ilgili anlayışların bilimsel modele uygunluğu her bir etiket için analiz edildi (Tablo 2).

Tablo 2. Birinci Sorudaki Kavramsal Etiketlerle İlgili Öğretmen Adaylarının İmajlarının Dağılımı

Kavramsal etiketler	Bilimsel modele uygun	Bilimsel modele uygun değil	Boş
İyonlaşma	%31,2	%57,8	%11
Stokiyometri	%14,7	%74,3	%11
Hidratasyon	%1,8	%87,2	%11
Derişim	%11	%78	%11

Birinci sorudaki çizimlerin bilimsel modele uygun olabilmesi için Tablo 1’de belirtilen kriterleri içermesi gerekmektedir. Kimya öğretmen adaylarının çizimlerinden ve yaptıkları açıklamalardan, birinci sorudaki etiketlerle ilgili genellikle bilimsel görüşe uygun olmayan anlayışlara sahip oldukları görülmektedir. Bu anlayışlarını yansıtan çizimler ve çizimlerin altına yapılan açıklamalar analiz edildiğinde ise öğretmen adaylarının, asidin kuvvetliliğini asidik hidrojen ile asit anyonu arasındaki bağın kuvvetli olmasına, HA tanecik sayısına, H_3O^+ tanecik sayısına, moleküldeki H sayısına ve ortamdaki su molekülü sayısına bağlı olarak açıkladıkları belirlendi. Diğer taraftan, öğretmen adaylarının bilimsel modele en uygun imajlarının iyonlaşma etiketi ile ilgili olduğu görülmektedir. Bu kavramsal etiket için bilimsel modele uygun imajların yüzdeleri, öğretmen adaylarının yaklaşık %30’unun asit kuvveti ile iyonlaşma arasındaki bağlantıyı kurabildiğini ortaya koymaktadır. Öğretmen adaylarının birinci soru için yaptıkları çizim örnekleri ve açıklamaları Şekil 1’de görülmektedir.





Şekil 1. Kimya Öğretmen Adaylarının Çizim Örnekleri (1. soru)

Çizim örnekleri dikkate alındığında; öğretmen adaylarının birinci soruda “hidronyum ve asidin konjuge baz iyonlarının sayısının eşit olması” ve “bu iyonlarından yedişer tane bulunması” gerektiğini kavrayamadıkları görülmektedir. Bu kavramlarla ilgili imajlar sırasıyla “stokiyometri” ve “derişim” etiketleri altında toplandı. Bu çizimlerden bilimsel modele uygun imajlar stokiyometri için %14,7 ve derişim için %11’dir. Bilimsel modele uygun imajların yüzdesinin bu kadar düşük olması bu kavramların mikroskobik boyutta anlaşılmadığını ortaya koymaktadır. Çizimlerde, genellikle stokiyometri ile ilgili (1) katyon ya da anyondan biri çizilirken bir diğerrinin çizilmemesi (Şekil 1-c ve

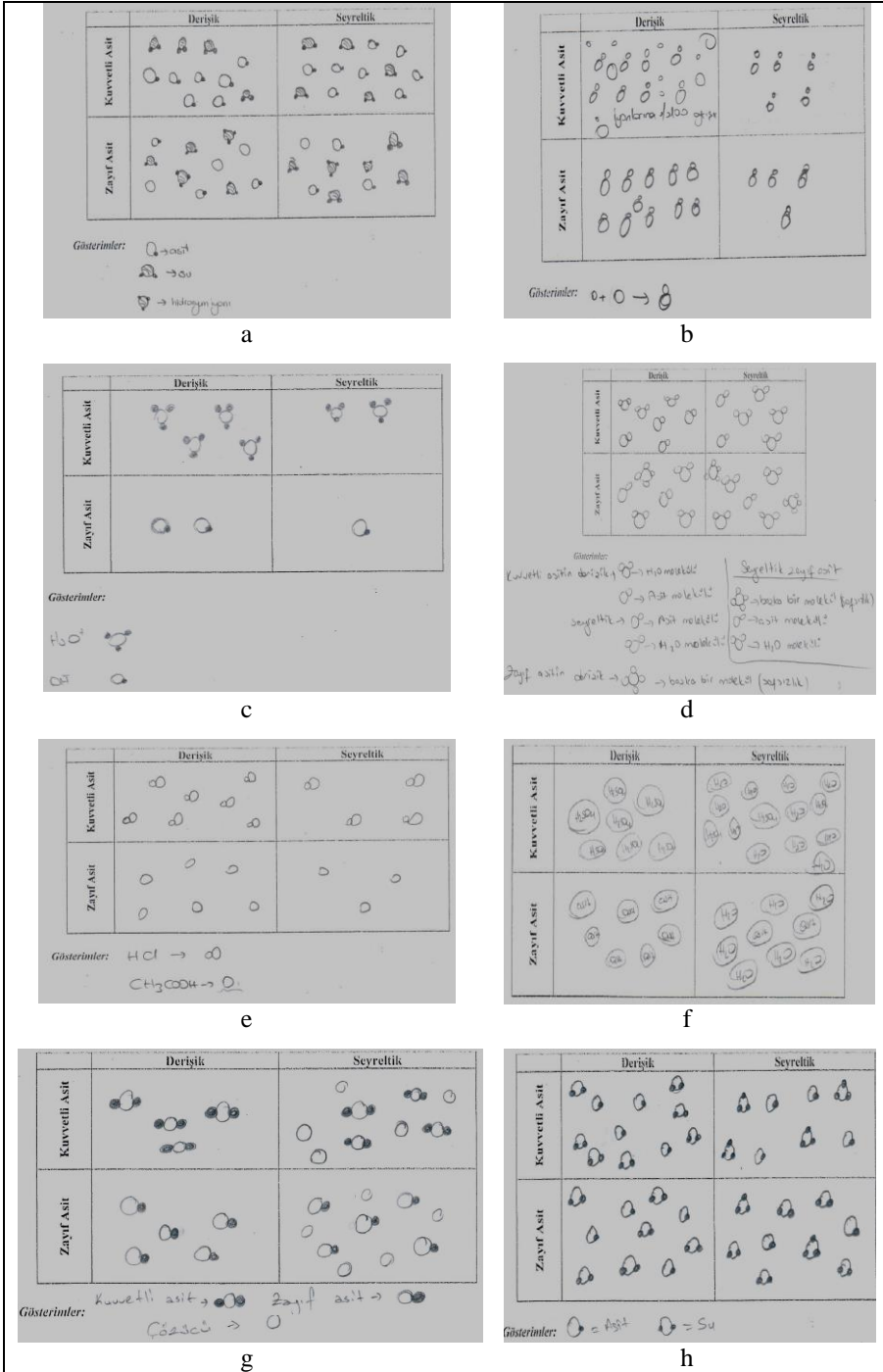
f) ve (2) bu iyonların sayılarının eşit olmaması şeklinde gösterimler mevcuttur (Şekil 1-g). Benzer şekilde, öğretmen adaylarının çizimlerinde derişim etiketi ile ilgili, iyonların sayısının yedişer tane olmaması şeklinde gösterimler de mevcuttur (Şekil 1-a-h). Yine aynı soruda öğretmen adaylarının çizimlerinde hidratasyon etiketi ile ilgili kavramsal anlamaların bilimsel modele uygun olmadığı belirlendi. Bu soruda, özellikle su moleküllerinin gösterimi istenmesine rağmen öğretmen adaylarının çoğu tanecikler arası etkileşimleri göstermeksizin birkaç tane su molekülü çizmişlerdir. (Şekil 1-b). Bazı öğretmen adayları da su molekülü ile asit molekülünü, hidronyum iyonunu veya asidin konjüge bazını tepkimeye girip yeni bir moleköl oluşturmuş gibi çizmektedir (Şekil 1-h).

İkinci soruda, öğretmen adaylarının çizimlerinden, daha fazla sayıda kavramsal etiket ile ilgili anlayışları belirlenmeye çalışıldı. İkinci soru için bilimsel modele uygun çizimlerde aranan özellikler Tablo 1' de verildi. Kimya öğretmen adaylarının imajlarının bilimsel modele uygunluğu her bir etiket için bu kriterler dikkate alınarak incelendi. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3. *İkinci Sorudaki Kavramsal Etiketlerle İlgili Öğretmen Adaylarının İmajlarının Dağılımı*

Kavramsal etiketler	Bilimsel modele uygun	Bilimsel modele uygun değil	Boş
İyonlaşma	%24,8	%54,1	%21,1
Stokiyometri	%17,4	%60,6	%22
Seyreltik zayıf asit	%17,4	%60,6	%22
Derişik zayıf asit	%17,4	%60,6	%22
Zayıf asit	%22	%56	%22
Seyreltik kuvvetli asit	%16,5	%63,3	%20,2
Derişik kuvvetli asit	%10,1	%69,7	%20,2
Derişik/seyreltik	%55	%24,8	%20,2

Tablo 3'teki bulgular incelendiğinde öğretmen adaylarının bilimsel modele en uygun imajları derişik/seyreltik etiketi ile ilgili olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının derişik/seyreltik kavramları arasındaki farkı ayırt edebildikleri ve çizimlerde bu kısımların çoğunlukla bilimsel modele uygun olduğu (%55) görüldü. Ancak iyonlaşma ve zayıf asit etiketleri ile ilgili bilimsel modele uygun çizimlerin yüzdeleri birbirine yakın ve düşüktür. Bu bulgular ışığında öğretmen adaylarının yaklaşık %78' inin kuvvetli asit ile zayıf asit arasındaki farkın iyonlaşma ile açıklanabileceğini bilmedikleri ortaya çıkmaktadır. Kuvvetli/ zayıf asit ve seyreltik/ derişik kavramlarını birleştiren derişik kuvvetli asit, seyreltik kuvvetli asit, derişik zayıf asit ve seyreltik zayıf asit etiketlerinde bilimsel modele uygun olan çizimlerin oranı yalnızca %10-18 arasında değişmektedir. Öğretmen adaylarının ikinci soru için yaptıkları çizim örnekleri Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. Kimya öğretmen adaylarının çizim örnekleri (2. soru)

Öğretmen adaylarının çizimlerinde asitlik kuvveti ile iyonlaşma arasındaki bağlantıyı kurmakta zorlandıkları görüldü (Şekil 2). Ayrıca bazı öğretmen adaylarının çizimlerinde kuvvetli asit ve zayıf asit için isim vererek çizim yaptıkları ve bu asitleri iyonlaştırmadıkları da tespit edildi (Şekil 2-e ve f). İlâveten, bir öğretmen adayının ise zayıf asitleri safsızlık içerecek şekilde çizdiği görüldü (Şekil 2-d).

Tablo 2 ve Tablo 3'teki bulgular birlikte incelendiğinde; birinci sorunun ikinci soruya göre daha fazla kimya öğretmen adayı tarafından cevaplandığı görülmektedir. İkinci sorunun daha çok boş bırakılmasının nedeninin bu soruda öğretmen adaylarından daha fazla kavramı yansıtacak çizimler istenmesi olabilir. Bu bulgular ışığında, kimya öğretmen adaylarının yaklaşık %80'inde asitlik kavramı ile ilgili mikroskobik boyutta bilimsel modele uygun imajların olmadığı söylenebilir.

Kimya Öğretmen Adaylarının Asitlik Kavramı İle İlgili Alternatif Kavramaları

Asitlik kavramı ile ilgili çizimler incelendiğinde; öğretmen adaylarının sorulardaki kavramsal etiketlerle ilgili alternatif kavramalara sahip oldukları belirlendi. Öğretmen adaylarının çizimlerinden ve açıklamalarından tespit edilen alternatif kavramalar Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 4. Kimya Öğretmen Adaylarında Tespit Edilen Alternatif Kavramalar

Tema	Kategori	Alternatif kavramalar	Frekans
Asitlik kuvveti	Bağ kuvveti	Kuvvetli asitlerdeki bağ o kadar kuvvetlidir ki iyonlaşma olmaz.	36
		Ortamdaki HA taneciğinin sayısı arttıkça asitlik kuvveti artar.	23
		Ortamdaki H_3O^+ taneciklerinin sayısı arttıkça asitlik kuvveti artar.	15
	Ortamdaki tür veya sayısı	Moleküldeki hidrojen (H) sayısı arttıkça asitlik kuvveti artar.	9
		Kuvvetli asit sadece asit moleküllerinden oluşur, ortamda su bulunmaz.	7
		Kuvvetli asitlerde ortamda H_3O^+ , zayıf asitlerde ortamda OH^- bulunur.	3
		Kuvvetli asitler saf asitlerdir, zayıf asitler safsızlık içerir.	1
İyonlaşma	Çözünme	Çözünme ile iyonlaşma aynı şeydir.	4
	Derişik/seyreltik	Derişik asitler iyonlaşmaz, seyreltik asitler iyonlaşır.	9
		Kuvvetli asitler seyreltilirse daha az iyonlaşırlar.	2

	Derişik kuvvetli asit çözeltilinde ortamda asit bulunur, seyreltik kuvvetli asit çözeltilinde ortamda baz bulunur.	1
	Zayıf asitler iyonlaşır, kuvvetli asitler iyonlaşmaz.	8
Kuvvetli/zayıf asit	Kuvvetli asitlerde asit molekülleri ile su molekülleri reaksiyona girer, iyonlaşma olmaz.	7
	Zayıf asitler iyonlaşmaz.	2

Tablo 4 incelendiğinde; kimya öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun asitlik kuvveti ile iyonlaşma arasında bağlantı kurmakta zorlandıkları ve bu bağlantıyla ilgili alternatif kavramalarının olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının en çok asitlik kuvveti ile ilgili alternatif kavramaları olduğu belirlendi.

Öğretmen adayları bir asidin kuvvetini; bağ kuvvetine (n=36) ve ortamdaki türlerin cinsleri veya sayısına bağlı olarak açıklamaktadır. Örneğin; kimya öğretmen adayları HA sayısı arttıkça asitlik kuvvetinin artacağını (n=23) ve asitlik kuvveti ile ortamdaki H_3O^+ sayısı arasında bir bağlantı olduğunu (n=15) düşünmektedirler. Benzer bir şekilde bazı öğretmen adayları ise moleküldeki hidrojen sayısı arttıkça asitlik kuvvetinin artacağını (n=9) düşünmektedirler. İlaveten bazı öğretmen adaylarının asidik çözeltiler için sadece H_3O^+ taneciklerini gösterdikleri, kuvvetli asit çözeltilerinde ortamda su moleküllerini göstermedikleri veya kuvvetli asitlerde ortamda sadece H_3O^+ taneciklerini çizerken, zayıf asitlerde ise OH^- taneciklerini çizdikleri tespit edildi.

Kimya öğretmen adaylarında görülen diğer alternatif kavramalar ise genellikle iyonlaşma ile ilgilidir. Çizimlerinde ve açıklamalarında kuvvetli asitlerde iyonlaşma olmayacağını düşündükleri, asidin iyonlaşabilmesi için zayıf asit olması gerektiği veya ortamın seyreltik olması gerektiğini düşündükleri tespit edildi. Ayrıca öğretmen adaylarının bir kısmının yaptıkları çizimleri açıklarken; çözünme ile iyonlaşmanın aynı şeyler olduğunu (n=4) belirttikleri görüldü.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Kimya, makroskobik boyutta gerçekleşen olguların nasıl gerçekleştiğini mikroskobik boyutta açıklamaya çalışan bilimsel model(ler) geliştiren bir bilim dalıdır. Mikroskobik boyutta gerçekleşen olayları nasıl anlamlandırdığımız kimya öğrenimi için temel oluşturmaktadır. Bu sebeple çizimler, özellikle kimyanın mikroskobik boyutuna ilişkin anlayışları ortaya çıkarmaları açısından oldukça önemlidir (Gilbert & Treagust, 2009). Bu çalışmada kimya öğretmen adaylarının çizimlerinden yararlanarak asitlik kavramı ile ilgili anlayışlarının bilimsel modele uygunluğu araştırıldı. Çalışma sonuçlarına göre; asitlik kavramı ile ilgili iyonlaşma, hidrasyon, stokiyometri, derişim, derişik/seyreltik asit gibi

kavramlarda öğretmen adaylarının bilimsel modele uygun anlayışlar geliştiremedikleri ve bu kavramlarla ilgili birçok alternatif kavramaya sahip oldukları belirlendi. Hidratasyon olayı sulu ortamda gerçekleşen tanecikler arası etkileşimlerden kaynaklı ve sulu ortamda gerçekleşen tüm olaylarla ilgili uygun zihinsel model geliştirebilmek için ihmal edilmemesi gereken bir olgudur. Ancak hidratasyon kavramının neredeyse hiçbir öğretmen adayının çiziminde doğru olmadığı belirlendi. Benzer bir sonuç Kelly ve Jones (2008)' un çalışmasında da belirlenmiştir. Yaptıkları çalışmada lise öğrencilerine, sodyum klorürün çözünmesi ile ilgili animasyon izlettirmelerine rağmen öğrencilerin yaptıkları çizimlerin hiçbirinde hidratasyonun gösterilmediğini tespit etmişlerdir.

Stokiyometri, kimya öğrenen her seviyedeki öğrenci için zor bir kavramdır (Dierks, 1981; Huddle & Pillay, 1996). Bu çalışmada, öğretmen adaylarından çizimlerinde kaç tane asit molekülü çizmişlerse stokiyometrik oran dikkate alınarak okadar iyon çizimleri beklenmiştir. Ancak bu anlayışa uygun çizim yapan öğretmen adaylarının sayısı çok azdır. Öğretmen adaylarının çizimlerinde, genellikle, iyonlardan sadece bir tanesini (genellikle anyonu) çizme veya iyonların sayısını eşit çizmeye gibi durumlar gözlenmiştir. Bunun sebebi öğretmen adaylarının kuvvetli asidin iyonlaşmasını tepkime denklemini dikkate alarak düşünmemeleri olabilir. Öğretmen adaylarının tepkime denklemini yazmamaları ve girenleri ve ürünleri stokiyometrik katsayılar dikkate alınarak denkleştirmemeleri mikroskobik boyutta gerçekleşen olayı kavrayamadıkları anlamına gelmektedir. Çünkü bir kimyasal tepkimenin yazılması ve stokiyometrik katsayılarının belirlenerek denkleştirilmesi sadece matematiksel bir işlem dizisi olarak düşünülmemelidir (Ben-Zvi, Eylon, & Silberstein, 1988). Denkleştirilmiş bir kimyasal tepkime, kimyacılar için, madde miktarlarının korunması anlamına gelmektedir (Davidowitz, Chittleborough & Murray, 2010).

Bu çalışmadaki öğretmen adayları genel olarak asidin kuvvetliliğini bağ kuvvetine ve ortamdaki türlerin (molekül, iyon) sayısına bağlı olarak açıklamaktadırlar. Smith ve Metz (1996) de üniversite öğrencileriyle yaptığı çalışmada öğrencilerin asitlik kuvvetini bağ kuvvetiyle açıkladıklarını belirlemiştir. Öğrenciler bu görüşlerini “zıt iyonlar birbirlerini kuvvetle çekerler, bu yüzden de kuvvetli asitler birbirlerinden ayrılamazlar (ayrışamazlar)” şeklinde açıklamışlardır. Bir bağın kuvvetliliği tanecikler arası güçlü çekim kuvvetleri dikkate alarak açıklanmakta, asidin kuvvetliliği ise asidin kolaylıkla veya tamamen iyonlaşması ile açıklanmaktadır. “Kuvvet” teriminin farklı konularda anlamlarının farklı olması öğrencilerin yanlış kavramsal anlam oluşturmalarına sebep olmuş olabilir. Herron (1996) da öğrencilerin, günlük hayatta kullanılan kavramların kimya terminolojisinde farklı bir anlamı olmasından dolayı zorluk yaşadıklarını belirtmiştir. Jasien (2011) yaptığı bir çalışmada üniversite öğrencilerinin “kuvvetli” terimini “derişim bakımından fazla” veya “yük bakımından fazla” anlamlarında yani nicel bir büyüklük anlamında kullandıklarını belirlemiştir. Bu sonuç, bu çalışmada kimya öğretmen adaylarının asidin kuvvetliliğini ortamdaki türlerin (molekül, iyon) sayısına bağlı olarak açıklamalarıyla benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmada öğretmen adaylarında tespit edilen “ortamdaki H_3O^+ tanecik sayısı arttıkça asitlik kuvveti artar” alternatif kavramasına alanyazında sıklıkla rastlanmaktadır (Pabuççu & Geban, 2015; Tümay, 2016; Yakmacı-Güzel, 2013). Bunun sebebi öğrencilerin asitlik kuvvetini dolaylı olarak pH’la açıklamaları olabilir. Asitlik kuvvetini pH ile ilişkilendirmelerin sebebi ise kuvvetli asitlerin daha çok iyonlaşmaları ve buna bağlı olarak daha çok H_3O^+ oluşturmaları olabilir. pH’ın 7’den küçük ya da büyük olması, kuvvetlilik değil, maddenin asitliği veya bazlığı hakkında bilgi verir. Aslında iki asidin kuvvetlerini ortamdaki $[H_3O^+]$ ile karşılaştırabilmek için asitlerin başlangıç derişimlerinin eşit olması gerekir. Örneğin 6 M CH_3COOH ’ın pH’sı yaklaşık 2 olarak hesaplanırken, 10^{-5} M HCl’inin pH’sı yaklaşık 5 olmaktadır. Yani öğrencilerin başlangıç derişimini dikkate almadan aşırı genelleme yaparak bu sonuca ulaştıkları söylenebilir. Tümay (2016) da kimya öğretmen adayları ile yürüttüğü çalışmasında katılımcıların %15’inin kuvvetli asidi tanımlarken “bir kuvvetli asit düşük pH’a sahip olan asittir” şeklinde tanımladıklarını tespit etmiştir.

Kimya öğretmen adaylarının yaklaşık %78’i kuvvetli asit ile zayıf asit arasındaki farkın iyonlaşma ile açıklanabileceğini bilmemektedir. Bu kavramsal etiketle ilgili olarak öğretmen adaylarında belirlenen alternatif kavramalar daha önce yapılan çalışmalarla da belirlenmiştir (Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban, 2004; Morgil, Yılmaz, Şen ve Yavuz, 2002; Smith & Metz, 1996; Çetingül & Geban, 2011). Ancak “kuvvetli asitler saf asitlerdir, zayıf asitler safsızlık içerir” alternatif kavraması bu çalışmanın bulgularına özeldir (Şekil 2-d). Her ne kadar sadece bir öğretmen adayında bu alternatif kavrama belirlenmişse de, alternatif kavramaların genellikle araştırmacılar tarafından önceden hazırlanmış seçeneklerden yararlanılarak (örneğin çoktan seçmeli testler) belirlendiği dikkate alınırca, bu öğretmen adayı gibi düşünen başka öğretmen adaylarının/öğretmenlerin/öğrencilerin de olma ihtimaline diğer araştırmacıların dikkatini çekmek için çalışma bulgularına dâhil edilmiştir.

Ayrıca bazı öğretmen adaylarının çizimlerinde özellikle kuvvetli veya zayıf asidin ismini vererek çizim yapması, yani kuvvetli asit olarak HCl, zayıf asit olarak CH_3COOH göstermesi, ancak iyonlaştırmaması dikkat çekici bir durumdur. Bu çizimler birlikte değerlendirildiğinde; kimya öğretmen adaylarının, kuvvetli asidi iyonlaşabildiğinden dolayı değil de kuvvetli asit olarak adlandırıldığı ya da tanımlandığı için o şekilde çizim yaptığı yorumuna varılmıştır. Bu sonuç, öğretmen adaylarında “asidin doğası gereği kuvvetli veya zayıf asit olduğu” şeklinde bir alternatif kavrama olabileceğini düşündürmüştür. Öğretmen adaylarının derslerde veya kitaplarda karşılaştığı kuvvetli ve zayıf asit örneklerinin genelde aynı maddeler olması nedeniyle bu şekilde bir alternatif kavramaya sahip oldukları düşünülmektedir. Diğer bir deyişle, öğretmen adayları bir asidin kuvvetli veya zayıf asit olmasını sağlayan ölçütleri göz önünde bulundurmadan, ezbere, sık karşılaştıkları asitlerin kuvvetli veya zayıf asit olup olmadığını belirtmektedirler.

Alanyazın incelendiğinde asitlik kavramı ile ilgili alternatif kavramaların tespit edildiği birçok çalışmaya rastlanmaktadır ve bu çalışmada tespit edilen alternatif kavramalar alanyazında belirtilenlerle benzerlik göstermektedir (Tümay, 2016; Yakmacı-Güzel, 2013; Demircioğlu ve diğ., 2012; Noor Dayana, Mohamad, Juhazren & Noraffa 2010; Canpolat ve diğ. 2004; Boz, 2009; Ross & Munby, 1991; Kala, Yaman, Ayaş, 2013; Smith & Metz, 1996; Çetingül ve Geban, 2011; Köseoğlu, Budak ve Kavak, 2002; Ağgöl Yalçın, 2011; Metin, 2011; Demircioğlu, Ayas & Demircioğlu, 2005). Belirtilen çalışmalarda örneklem gruplarının farklılığına rağmen alternatif kavramaların benzerlik göstermesi, bu alternatif kavramaların yaştan ve kültürden bağımsız olduğunu düşündürmektedir. Yapılan çalışmaların yılları arasındaki büyük farklar da dikkate alındığında tespit edilen alternatif kavramaların değişmediği de görülmektedir. Dolayısıyla özellikle öğretmen adaylarının sahip olduğu alternatif kavramaların belirlenmesi, bu alternatif kavramalarının farkına vararak kendi kavramalarını düzeltmelerini sağlayabilir ve dolayısıyla öğrencilerinde oluşturabilecekleri muhtemel alternatif kavramaların da önüne geçilebilir.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının çizimleri suyun oto iyonizasyon dengesi dikkate alınmadan değerlendirildi. Bunun sebebi, öğretmen adaylarının çizimlerinde bunu göstermelerinin istenmesi durumunda, çizdikleri hidroksit ve hidronyum iyonlarının suyun oto iyonizasyonundan mı yoksa asidin iyonlaşmasından mı kaynaklandığının ayırımının yapılamayacak olmasıdır. Bu sınırlılığı ortadan kaldırmak için ileride benzer çalışmalar yapacak araştırmacılara, çalışma sürecinde katılımcılara sesli düşünme tekniğiyle çizim yaptırılmaları önerilmektedir. Böylelikle, çizimlerdeki taneciklerin kaynakları kolaylıkla tespit edilebilir.

KAYNAKLAR

- Ağgöl Yalçın, F. (2011). Fen bilgisi öğretmen adayların asit-baz konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının sınıf düzeylerine göre değişiminin incelenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 8(3), 161-172.
- Atasoy, B. (2004). *Fen öğrenimi ve öğretimi* (2. basım). Ankara:Asil Yayıncılık.
- Barke, H. D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). Students' misconceptions and how to overcome them. In Barke, H. D., Hazari, A., & Yitbarek, S (Eds.), *Misconceptions in Chemistry* (pp 23-36). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. *Education in Chemistry*, 25(3), 89-92.
- Bhattacharyya, G. (2006). Practitioner development in organic chemistry: How graduate students conceptualize organic acids. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(4), 240-247.
- Boz, Y. (2009). Turkish prospective chemistry teachers' alternative conceptions about acids and bases. *School Science and Mathematics*, 109(4), 212-222.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramalar. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 135-146.
- Carter, C. S., & Brickhouse, N. W. (1989). What makes chemistry difficult? Alternate perceptions. *Journal of Chemical Education*, 66(3), 223-225.

- Çetingül, İ. ve Geban, Ö. (2011). Using conceptual change texts with analogies for misconceptions in acids and bases. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 41, 112-123.
- Cronin-Jones, L. L. (2005). Using drawings to assess student perceptions of schoolyard habitats: A case study of reform-based research in the United States. *Canadian Journal of Environmental Education*, 10(1), 225-240.
- Davidowitz, B., Chittleborough, G., & Murray, E. (2010). Student-generated submicro diagrams: a useful tool for teaching and learning chemical equations and stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 154-164.
- Demircioğlu, F., Özdemir, S., Özmen H., Cındıl T. ve Yıldız M. F. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının asit-baz kavramlarıyla ilgili yanlışlarının tespiti. X. UFBMEK, 27-30 Haziran 2012, Niğde: Niğde Üniversitesi.
- Demircioğlu, G., Ayas, A., & Demircioğlu, H., (2005), Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases, *Chemistry Education: Research and Practice*, 6(1), 36-51.
- Devetak, I., & Glazar, S.A. (2009). The influence of 16-year-old students' gender, mental abilities, and motivation on their reading and drawing submicrorepresentations achievements. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1561-1593.
- Dierks, W. (1981). Teaching the mole. Twenty years of discussion-and the future? *European Journal of Science Education*, 3(2), 145-58.
- Duis, J. M. (2011). Organic chemistry educators' perspectives on fundamental concepts and misconceptions: An exploratory study. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 346-350.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK summit. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28-42). New York, NY: Routledge.
- Gilbert, J., & Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education. Models and Modelling*. (vol.4). Springer.
- Herron, J.D. (1996). *The chemistry classroom. formulas for successful teaching*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. B. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13(1), 1-13.
- Huddle, P. A., & Pillay, A. E. (1996). An in- depth study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a South African university. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 65-77.
- Jasien, P. G. (2011). What do you mean that “strong” doesn't mean “powerful”? *Journal of Chemical Education*, 88(9), 1247-1249.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75-83.
- Kala, N., Yaman, F., & Ayas, A. (2013). The effectiveness of predict–observe–explain technique in probing students' understanding about acid–base chemistry: a case for the concepts of ph, poh, and strength. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 555-574.
- Kelly R. M., & Jones L. L., (2008), Investigating students' ability to transfer ideas learned from molecular animations to the dissolution process. *Journal of Chemical Education*, 85(2), 303–309.
- Kern, A. L., Wood, N. B., Roehrig, G. H., & Nyachwaya, J. (2010). A qualitative report of the ways high school chemistry students attempt to represent a chemical reaction at the atomic/molecular level. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 165-172.

- Köseoğlu F., Budak E. ve Kavak N., (2002). Yapılandırıcı öğrenme teorisine dayanan ders materyali-öğretmen adaylarına asit-baz konusu ile ilgili kavramların öğretilmesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Ankara.
- Metin, M. (2011). Effects of teaching material based on 5E model removed pre-service teachers' misconceptions about acids-bases. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 5(2), 274-302.
- Morgil, İ., Yılmaz, A., Şen, O. ve Yavuz, S. (2002). Öğrencilerin asit-baz konusunda kavram yanlışları ve farklı madde türlerinin kavram yanlışlarını saptama amacıyla kullanımı. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara. http://www.old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/netscape/b_kitabi/PDF/Kimya/Bildiri/t175DD.pdf
- Mulford, D. R., & Robinson, W. R. (2002). An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 79(6), 739-744.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-195.
- Noor Dayana, A. H., Mohamad, B. A. Juhazren, J., & Noraffandy, Y.(2010). *Learning Acids and Bases through inquiry based website* IEEE Conference on Open Systems, ICOS, Kuala Lumpur.
- Novick, S., & Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of the matter: An interview study. *Science Education*. 62(3), 273-281.
- Özmen, H. (2005). Kimya öğretiminde yanlış kavramalar: Bir literatür araştırması. *G.Ü. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(1), 23-45.
- Pabuççu, A. ve Geban, Ö. (2015). 5E öğrenme döngüsüne göre düzenlenmiş uygulamaların asit-baz konusundaki kavram yanlışlarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 191-206.
- Ross, B., & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: A study of high school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-23.
- Singh, Y. S., & Nath, R. (2007). *Research Methodology*. New-Delhi: A.P.H. Publishing Corporation.
- Smith, K. J., & Metz, P.A. (1996). Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations. *Journal of Chemical Education*, 73(3), 233-235.
- Taber, K. S., & Coll R., (2002), *Bonding*, In Gilbert J. K., Jong O. D., Justi R., Treagust D. F., & Van Driel J. H. (Eds.) *Chemical education: towards research-based practice* (pp. 213–234). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Taber, K. (2002). *Chemical misconceptions: Prevention, diagnosis and cure* (Vol. I). London: Royal Society of Chemistry.
- Tümay, H. (2016). Emergence, learning difficulties, and misconceptions in chemistry undergraduate students' conceptualizations of acid strength. *Science & Education*, 25(1-2), 21-46.
- Türk, G. E., Akkuş, H. Ve Tüzün, Ü. N. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünme ile ilgili imajları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 65-84.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In Gabel, D. L. (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 177-210). New York: Macmillan.

- Yakmacı-Güzel, B. (2013). 12. Sınıf öğrencilerinin bazı temalardaki kimya kavram yanılgılarının belirlenmesi ve bu bulguların etkili kullanımına dair öneriler. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 30(2), 5-26.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemler*. (7.basım). Ankara: Seçkin.

SUMMARY

Why is it hard or even impossible for students to learn chemistry? The reason is the abstract nature and idiosyncratic language of chemistry. The abstract nature of chemistry is viewed as the most important reason for students' conceptions that differ from scientific thought. A variety of terms are used in the literature to describe students' conceptions that differ from scientific thought. In the scope of this study, the term, alternative conceptions, is used to describe preservice teachers' ideas that are not in accord with scientific models. Alternative concepts play a significant role in learning, especially in chemistry. In learning chemistry, concepts that are abstract by nature, particularly teacher-induced alternative conceptions make teaching process more difficult. Therefore, it is of critical importance to detect the alternative conceptions of preservice teachers and to make the necessary conceptual changes. It is hard to measure alternative conceptions with a few items on a scale. In order to make a complete diagnosis of alternative conceptions, it is necessary to collect data with a powerful data collection instrument such as drawings. The aim of this study is to determine preservice chemistry teachers' concepts of acidity and their alternative conceptions through drawings.

This study was designed as a survey method with a qualitative approach. A total of 109 (76 females, 33 males) preservice teachers from the chemistry education department of a state university in Ankara participated in the study. Two open-ended questions suitable for determining the preservice teachers' images of acidity through microscopic drawings were used as data collection tool (Appendix). One of the questions was taken from the scale developed by Devetak and Glazer (2010) with the permission of the authors, while the other was developed by the researchers. These questions about the concept of acidity depicted in preservice teachers' microscopic drawings, specifically the aspects of weak acids, strong acids, concentration, ionization, stoichiometry and hydration. The data collection tool was evaluated by four chemistry education experts for content validity. Its internal consistency coefficient (KR20) was 0.90. The drawings and written statements of preservice teachers were analyzed using both closed coding (using a criterion table developed by researchers) and open coding (since core meanings behind statements were analyzed).

The results revealed that most of the participants have images related to the concept of acidity that are not in accord with scientific thought. Analysis of their drawings determined that they explain the acid strength by the strong bond between acidic hydrogen and acid anion, the number of HA particles, the number of H_3O^+ particles, the number of H atoms in the molecule and the number of water molecules in the solution. Additionally, the preservice teachers' most scientifically accurate images were related to ionization and strong acids. Approximately 30% of the preservice teachers were able to establish the connection between acid strength and ionization. The percentages of the participants' drawings that are in accord with scientific model in concepts of

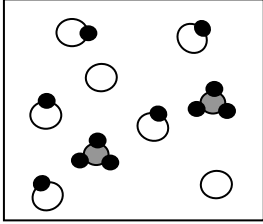
stoichiometry and concentration were calculated as 14.7% and 11%, respectively. These percentages were deemed fairly low, indicating that the concepts are not understood at the microscopic level. The percentage of the participants' drawings that were scientifically accurate images of hydration was only 1.8%. Most of the preservice chemistry teachers' alternative conceptions were related to acid strength. They explained acid strength by bond strength and the amount and elements of the molecules and ions present in solution. For example, preservice teachers think that acidity increases as the number of HA particles increases, that there is a connection between acid strength and the number of H_3O^+ molecules in the solution, or that acidity increases as the number of hydrogen atoms in the molecule increases. It was also found that some preservice teachers showed only H_3O^+ particles for acidic solutions, that they did not show water molecules in strong acidic solutions, or that while they drew only H_3O^+ particles in solution for strong acidic solutions, they drew OH^- for weak acidic solutions.

The aim of this study is to determine preservice chemistry teachers' concepts of acidity and their alternative conceptions through drawings. The results revealed that participants could not develop images in accord with scientific thought for concepts related to acidity such as ionization, hydration, stoichiometry, concentration, concentrated / dilute. In particular, the concept of hydration was found to be incorrect in the drawings of almost all the preservice teachers. A similar result was also found by Kelly and Jones (2008). In general, the preservice teachers explained acid strength by bond strength and the amount of elements (molecules, ions) in solution. Smith and Metz (1996) also found that students explain acid strength by bond strength. Students justified their reasoning as: "The opposite ions attract each other strongly, so the strong acids cannot be separated." Bond strength was explained by considering the attraction force between particles, while acid strength was explained by the easy or complete dissolution of the acid. The students' erroneous concepts of strength may stem from different meanings of this term in various contexts. In addition, the participants also frequently have the alternative conceptions that: "Acidity increases as the number of H_3O^+ particles in the solution increases." (Pabuçcu & Geban, 2015; Tümay, 2016). The reason for this may be that students indirectly explain acidity strength by pH. In the literature, there are many more studies of alternative conceptions about the concept of acidity, and the alternative conceptions determined in this study are similar to those in the literature. Despite the differences in sample groups, the similarity of their alternative conceptions implies that these alternative conceptions are independent from age and culture. Therefore, the identification of preservice teachers' alternative conceptions can help them be aware of these conceptions and improve their self-concepts; thus, possible alternative conceptions that students may have can be prevented.

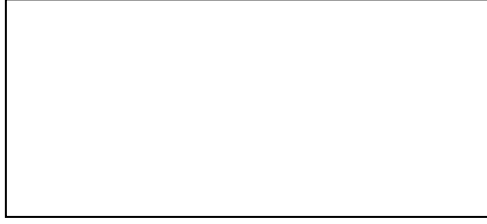
Ek- Veri Toplama Aracı

Aşağıda 2 adet soru bulunmaktadır. Bu sorularda sizden tanecik (atom, molekül ve iyon seviyesinde) boyutunda çizim yapmanız istenmiştir. Çiziminizde kullandığımız taneciklerin neyi temsil ettiğini “gösterimler” kısmında belirtiniz. Çizimlerinizde sadece yuvarlak şekil kullanınız.

1. Şekil 1, bir zayıf asit çözeltisini temsil etmektedir. Çizimin karışık olmaması için su molekülleri gösterilmemiştir. 2. Kutuya da aynı tanecik sayısını içeren kuvvetli bir asit çözeltisini temsili olarak çiziniz (Su moleküllerini gösteriniz). İkinci şeklin kutusu rahat çizim yapabilmemiz için büyütülmüştür.



Şekil 1



Şekil 2

Temsili gösterimler: - Su molekülü; - Asit molekülü
Cevabınızı açıklayınız:

2. Aşağıdaki kutulara maddenin tanecikli doğasını göz önüne alarak eşit hacimdeki uygun örnekleri temsili olarak çiziniz.

	Derişik	Seyreltik
Kuvvetli Asit		
Zayıf Asit		

Gösterimler: