

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN SAF SUYUN NÖTRALLİĞİ İLE İLGİLİ ANLAYIŞLARI**UNIVERSITY STUDENTS' UNDERSTANDING ON NEUTRALITY OF PURE WATER****Tacettin PINARBAŞI^{1*} & Nurtaç CANPOLAT¹**

¹*Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, 25240, Erzurum, Türkiye*

Geliş Tarihi: 8 Eylül 2011**Kabul Tarihi:** 1 Aralık 2011**ÖZET**

Bu çalışmanın amacı, üniversite öğrencilerinin saf suyun nötrallığı ile ilgili anlayışlarını tespit etmek ve bu anlayışların ışığında konuya yönelik kavramsal anlayışı teşvik edebilecek bir kavram analizi yapmaktır. Araştırmanın örneklemini, Kimya Öğretmenliği Programında öğrenim gören 28 birinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada öğrencilerin anlayışlarını ortaya çıkarmak amacı ile her biri iki kısımdan oluşan iki adet açık uçlu soru kullanılmıştır. Yazılı cevaplardan, öğrencilerin pH hesaplamalarını yapabildikleri, ancak saf suyun nötrallığı konusunda yeterli düzeyde bir kavramsal anlayışa sahip olmadıkları, hatta bazı yanlışlara sahip oldukları anlaşılmaktadır. Araştırmada tespit edilen öğrenci anlayışları dikkate alınarak konunun kavramsal boyutunu ön plana çıkaran bazı açıklamalar yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Saf suyun nötrallığı, kavram analizi, kavram yanlışları

ABSTRACT

The aim of this study is to find out students' understandings relating to neutrality of pure water and to make a concept analysis in the light of findings obtained. The sample of the study consisted of 28 first grade students attending Chemistry Teacher Programme. In order to reveal students' understandings, two open ended questions which each has two parts were conducted. Students' written responses showed that they perform easily pH calculations, but they have not enough conceptual understanding, moreover hold some misconceptions, relating to neutrality of pure water. Taking into account of students' responses, some explanations displaying conceptual aspects of the subject were made.

Keywords: Neutrality of pure water, concept analysis, misconceptions

* Sorumlu yazar: tacettin_p@yahoo.com

1. GİRİŞ

Geleneksel olarak kimya bilgisi matematik esaslı sorularla test edilmektedir. Bu değerlendirme yaklaşımı, matematiksel esaslı soruların çözümündeki başarının kavramsal anlayışın bir göstergesi olduğu düşüncesine dayandırılmaktadır (Smith and Metz, 1996). Böyle düşünen kimya eğitimcileri ya da öğretmenler ders içeriklerini daha çok matematiğe dayalı bir şekilde oluşturmaktadırlar (Bodner, 1988). Ancak bu geleneksel anlayışın doğru olmadığı, yani matematik esaslı soruları çözüme yeteneğinin kavramsal öğrenmeyi garanti etmediği birçok araştırmada rapor edilmektedir (Lythcott, 1990; Nakhleh, 1993; Nakhleh & Mitchell, 1993; Nurrenbern & Pickering, 1987; Pickering, 1990; Sawrey, 1990).

Öğrenilen bilgilerin kalıcılığının artırılması, öğrenciler tarafından karşılaşılan yeni durumların değerlendirilebilmesi ve kabul edilebilir açıklamaların yapılabilmesi açısından kavramsal öğrenme oldukça önemlidir. Bu nedenle, öğretim ortamlarında artık matematiksel esaslı problemlerin çözümünden çok kavramsal öğrenmeye önem verilmesi gerekli hale gelmiştir. Ancak, birçok kimya öğretmeni, öğrencilerin, öğretilmek istenen kavramları öğrenme yerine sayısal eşitlikleri ya da çeşitli algoritmaları ezberleme eğiliminde oldukları görüşünü dile getirmektedir (Beall and Prescott 1994).

Öğrencilerin kural ezberleme eğiliminde olmaları, onların öğretim ortamlarında karşılaştıkları problemlerle ilişkilendirilebilir. Öğrenciler öğretim ortamlarında karşılaştıkları problemleri ezberledikleri kurallarla (algoritmalarla) çözebiliyorlarsa kavramları öğrenme ihtiyacı duymayacaklardır. Bu yüzden değerlendirme sürecinde daha çok kavramsal sorgulamaya önem verilmelidir. Sun (2003) tarafından da ifade edildiği gibi öğrenme amaç yönelimli bir etkinliktir. Öğrenme ortamlarında kavramsal öğrenme hedefleri ortaya konulup bu hedeflerle ilgili olarak öğrencilerde farkındalık durumu oluşturulursa etkili ve anlamlı öğrenme kolaylaştırılabilir. Literatürde kavramsal öğrenme ile anlamlı öğrenme genellikle eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Anlamlı öğrenme sürecinde bireyin, yeni karşılaştığı kavramları daha önceden öğrenmiş olduğu bilgilerle ilişkilendirme yoluna gittiği düşünülmektedir (Beall and Prescott, 1994; Novak, 1984). Yapılandırmacı yaklaşım da bilgilerin

öğrenenlerin zihninde mevcut bilgiler temelinde oluşturulduğunu ifade etmektedir (Bodner, 1986). Bu nedenle kavramsal öğrenme sürecinde önceden öğrenilmiş bilgilerin niteliği çok önemli hale gelmektedir. Önceki bilgilerin eksik olması ya da yanlışlar içermesi durumunda yeni bilgilerin mevcut bilgilerle ilişkilendirilerek bunların üzerine inşa edilmesi güçleşir. Hatta birey çelişki içerisine düşebilir ve bunun sonucunda yeni bilgiyi kabullenemeyebilir. Bu kapsamda düşünüldüğü zaman kimya alanında ileri düzeydeki kavramların zihinde sağlıklı bir şekilde oluşturulabilmesi açısından temel nitelikte sayılabilecek kimya kavramlarının doğru olarak öğrenilmesi gerekmektedir.

Asit-baz konusu kimya alanındaki temel konulardan biri olarak sayılabilir. Asit-baz konusundaki kavramlar ile ilgili öğrenci anlayışlarının belirlenmesine yönelik hem yurt içinde hem de yurt dışında çok sayıda araştırma yapılmıştır (Carr, 1984; Demerouti et al. 2004; Kousathana et al. 2005; Morgil vd. 2002 ; Pinarbasi, 2007; Ross & Munby 1991; Smith and Metz, 1996; Zoller, 1990). Bu araştırmalarda öğrencilerin, asit-baz teorileri, asitlik-bazlık kuvveti, pH-pOH, tampon çözeltiler, nötralleşme, asit-baz dengeleri gibi konularda anlama güçlüklerinin olduğu ve çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Suyun nötralliği kavramı hem kaynaklarda hem de kimya derslerinde asit-baz konusu kapsamında ele alınmaktadır. Bu kapsamda saf suyun kendi kendine iyonlaşması dikkate alınarak pH hesabı yapılmaktadır. Ancak suyun iyonlaşması üzerine sıcaklığın etkisine genellikle dikkat çekilmemektedir. Benzeri şekilde bu durum araştırmalara da çok fazla konu edilmemektedir. Literatürde, bu anlamda saf suyun nötralliği ve nötral pH'nın sıcaklığa bağlılığı ile ilgili öğrenci anlayışlarını araştıran çok az çalışma bulunmaktadır. Canpolat et al. (2009) tarafından yapılan "Orta Öğretim ve Yüksek Öğretim Düzeyinde Kimya Öğretimi İçin Yapılandırıcı Yaklaşım Uygun Aktif Öğrenme Etkinliklerinin Hazırlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi" başlıklı bir TÜBİTAK projesi kapsamında, saf suyun pH'sının sıcaklıkla değişimi konusuna yönelik olarak lise ve üniversite seviyesindeki öğrencilerin anlayışları da belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan mülakatlardan elde edilen bulgular, öğrencilerin bu konuda saf suyun pH'sının sıcaklıkla değişmeyeceği şeklinde bir

kavram yanlışlığına sahip olduklarını göstermiştir. Pınarbaşı (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, saf suyun pH'sına sıcaklığın etkisine yönelik üniversite öğrencilerinin anlayışları araştırılmıştır. Bu çalışmanın bulguları konu ile ilgili oldukça yaygın yanlışlıkların bulunduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin; suyun iyonlaşmasına sıcaklığın bir etkisinin olmadığı, saf suyun pH'sının sıcaklıktan bağımsız olarak her zaman 7 olduğu ve benzeri şekilde nötral bir çözeltinin pH'sının her şartta 7 olduğu gibi anlayışlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Demerouti et al. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada da 12. Sınıf öğrencilerinin nötral çözelti kavramı ile ilgili anlayışları sorgulanmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin nötralliği pH'nın 7 olduğu durum olarak tanımladıkları rapor edilmektedir.

Mevcut araştırmalar, yukarıda da ifade edildiği gibi, saf suyun nötralliği ile ilgili öğrencilerin yeterli düzeyde bir kavramsal anlayış geliştiremediklerini ve çeşitli kavram yanlışlıklarına sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Öğretim ortamlarındaki tecrübelerimiz de bu bulguları destekler mahiyettedir. Asit-baz konusu kapsamında yer alan nötrallik kavramı bu konudaki temel kavramlardan biri olarak düşünülebilir. Yukarıda da ifade edildiği gibi temel kavramların öğrencilerin zihinlerinde doğru bir şekilde yapılandırılması daha üst düzey ve karmaşık kavramların öğrenilmesinde altyapı oluşturmaktadır. Ancak öğrencilerin temel nitelikteki kavramları aktif olarak öğrenebilmeleri için kavramsal öğrenmeyi teşvik eden kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde öğretim ortamlarında aktif öğrenmenin ön plana çıkarılması durumu bu tür kaynakların önemini ortaya koymaktadır. Öğrencilerimizin kaynak olarak kullandığı kitaplarda çoğu zaman kavramların kapsamları dar tutulmakta ve bu durum da kavramsal öğrenmeyi olumsuz etkilemekte ve hatta önemli yanlışlıkların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı kimya eğitimi alanında yapılan araştırmalarda; temel konularla ilgili olarak öğrencilerin anlama güçlüklerinin ortaya konulması ve bu doğrultuda kavramların öğrenilmesinde/öğrettilmesinde öğrencilerin/öğretmenlerin faydalanabilecekleri çeşitli örnek metinlerin ve diğer materyallerin geliştirilmesi kimya eğitimine önemli katkılar sağlayacaktır. Sunulan çalışmada öğrencilerin saf

suyun nötralliği ile ilgili anlayışlarının belirlenmesi ve bu anlayışların ışığında öğrencilerin bu konuyu kavramsal olarak öğrenmelerine yardımcı olabilecek bir kavram analizinin yapılması amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

Üniversite öğrencilerinin saf suyun nötralliği ve dolayısıyla nötral pH ile ilgili anlayışlarını belirlemek amacı ile iki adet açık uçlu soru kullanılmıştır (Ek-1). Sorular iki kısımdan oluşmaktadır. Sorularda öğrencilerden öncelikle farklı sıcaklıklar (0°C ve 100°C) için saf suyun pH değerini hesaplamaları ve daha sonra da suyun asitliği-bazlığı hakkında yorum yapmaları istenmiştir.

Sorular, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Programında öğrenim gören 28 birinci sınıf öğrencisine 2010-2011 eğitim yılının ikinci yarıyılı sonlarında uygulanmıştır. Öğrenciler; Genel Kimya-I ve Genel Kimya Laboratuvarı-I derslerini birinci yarıyıda, Genel Kimya-II ve Genel Kimya Laboratuvarı-II derslerini ise ikinci yarıyıda almışlardır. Asit-baz konusu teorik derslerde işlenerek laboratuvarda öğrencilere bu konu kapsamında çeşitli deneyler yaptırılmıştır.

Sorulara verilen yazılı cevaplar analiz edilerek öğrencilerin saf suyun nötralliği ile ilgili anlayışları ve kavram yanılgıları belirlenmiştir. Daha sonra öğrencilerin anlayışları göz önünde bulundurularak konu ile ilgili bir kavram analizi yapılmıştır.

3. BULGULAR

Yazılı cevapların analizi, çalışma grubunu oluşturan 28 öğrenciden 23'ünün (% 82) her iki sorusunda birinci kısmına doğru cevap verdiklerini göstermektedir. Buna göre, öğrenciler sıcaklığı 0°C ve 100°C olan saf suyun pH'sını doğru şekilde hesaplamışlardır. Ancak, soruların ikinci kısmında ilgili sıcaklıklar için suyun asit-bazlığı ile ilgili yapmış oldukları açıklamalarda soruların birinci kısmını doğru olarak cevaplandıran öğrencilerin tamamının yanılgıya düştüğü görülmektedir. Öğrenciler, sıcaklığı 0°C olan suyun pH'sını 7,47 ve 7,48 olarak hesaplamışlardır. Bu sayısal sonuçtan yola çıkarak, öğrenciler, 0°C'de suyun bazik olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler sıcaklığı göz önünde bulundurmadan nötral pH'nın her zaman 7 olduğunu ve bu değer üzerinde ortamın

bazik olması gerektiğini düşünmektedirler. Sıcaklığı 100°C olan suyun pH'sı için 6,15; 6,155; 6,16 gibi değerler hesaplamışlardır. Bu değerler nötral pH olarak kabul ettikleri 7'den küçük olduğu için öğrenciler bu sıcaklıkta suyun asidik olduğunu ifade etmişlerdir. Soruların ikinci kısımlarına verilen bazı yazılı cevap örnekleri Tablo 1'deki gibidir:

Tablo 1'deki yazılı cevaplar, öğrencilerin, sıcaklığın suyun iyonlaşmasına olan etkisini dikkate almadan, nötral pH'nın her zaman 7 olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Ayrıca yazılı cevaplardan, öğrencilerin pH ile asit-bazlık kuvveti arasında bir ilişki kurdukları anlaşılmaktadır. Buna göre öğrenciler, pH'yı asitlik-bazlık kuvvetinin bir ölçütü olarak dikkate almaktadırlar.

Tablo 1. Soruların İkinci Kısımları ile İlgili Bazı Yazılı Cevap Örnekleri

| 1 b (0°C) | 2 b (100°C) |
|---|--|
| 7,47 değeri baz derecesidir. Çok zayıf bir baz derecesi, | Bu sıcaklıkta su hafif asitlik derecesi içerir. |
| Bu sıcaklıkta su bazdır. | Bu sıcaklıkta su asittir. |
| Bazik durumda | Asidik durumda |
| Bazik özelliğe daha yakın, sıcaklık düştükçe bazik özellik artar. | Sıcaklık yükseldikçe asidik özellik artar. |
| 0°C de su baziktir. | 100°C de su asidiktir. |
| pH değeri 7 ye yakın olduğu için zayıf bir bazdır. | pH değeri 7 ye yakın olduğu için zayıf bir asittir. |
| 0°C de suyun pH sı 7,47 dir. 7 de nötr olduğunu biliyoruz. pH çok fazla değişmemiş fakat baz olduğunu söyleyebiliriz. | Sıcaklık arttıkça pH da çok az da olsa bir değişiklik görüyoruz. Asit olduğunu söyleyebiliriz. |
| Su moleküler şeklinden dolayı (kırık doğru) asitlere baz gibi davranır. Buradaki pH zayıf baz değerinde. | Buradaki pH değeri (6,15); asitlik derecesi çok düşük. Neredeyse nötre yakın |
| Sıcaklık azaldıkça [H] sayısı artar, yani bazlığa daha yakındır. | Sıcaklık arttıkça [H] derişimi azalır, yani asitliğe daha yakın olur. |
| Çok zayıf baz | Çok zayıf asit |

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmadan elde edilen bulgular saf suyun nötrallığı konusunun, öğrenciler tarafından arzu edilen düzeyde kavramsallaştırılmadığını ve bu konu ile ilgili oldukça yaygın kavram yanlışlarının bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, öğrencilerin önemli bir kısmının saf suya ait farklı sıcaklıklar için verilen suyun iyonlarına ayrışma sabiti (K_{su}) değerlerini kullanarak pH hesabı yapabildiğini göstermektedir. Ancak, öğrencilerin, farklı sıcaklıklar için saf suyun asit-bazlığına yönelik değerlendirmelerinden bu konuda yanlışlara sahip oldukları anlaşılmaktadır. 0°C için yapmış oldukları hesaplamada pH değerini 7'den büyük buldukları için bu sıcaklıkta saf suyun bazik özellikte olduğunu düşünmektedirler. Benzeri şekilde 100°C için pH'yı 7'den küçük olarak hesapladıkları için sıcaklığı 100°C olan saf suyun asidik özellik sergileyeceğini ifade etmişlerdir. Bu cevaplara dayalı olarak, öğrencilerin *nötral pH'nın her sıcaklıkta 7 olduğunu* düşündükleri sonucu çıkarılabilir. Yani öğrenciler, sıcaklığın etkisini dikkate almadan, nötral pH'nın her zaman 7 olması gerektiğini düşünmektedirler. Bu anlayış daha önce bu konu ile ilgili yapılmış olan araştırmalarda da öğrencilerde tespit edilen oldukça yaygın bir yanılgıdır (Pinarbasi, 2007). Oysa pH'nın 7 olması durumu sadece sıcaklığı 25°C olan saf su için geçerlidir. Öğrencilerin nötral pH ile ilgili düşüncelerinin sadece 25°C için doğru olduğu söylenebilir. Öğrenciler çok sınırlı bir durum için geçerli olan bir bilgiyi aşırı genelleyerek diğer durumlar için de geçerli olarak düşünmektedirler (25°C için geçerli olan nötral, asidik ve bazik çözelti tanımını diğer sıcaklıklara da genellemektedirler). Aşırı genelleme sonucunda yukarıda da ifade edildiği gibi şu yanlışlar ortaya çıkmaktadır:

- 100°C'ta saf su asidiktir (pH'sı 7'den küçük olan saf su asidiktir).
- 0°C'ta saf su baziktir (pH'sı 7'den büyük olan saf su baziktir).

Yukarıda ifade edilen birinci yanlış 25°C'nin üzerindeki, ikinci yanlış ise 25°C'nin altındaki bütün sıcaklıklar için düşünülebilir.

pH hesaplamalarına yönelik çok fazla örnek yapılmakta ve bu örneklerde, sorular yöneltirken sıcaklığa vurgu yapılmamaktadır. Aslında sorular sorulurken sıcaklığın 25°C olduğu şeklinde gizli bir

kabul yapılıyor. Öğrenciler bunun farkında olmadan soruları cevaplamaktadırlar. Bu şekilde çok fazla soru çözmeleri ve farklı sıcaklıklara dair hesaplama hiç yapmamalarından dolayı, öğrencilerde sıcaklığın önemli olmadığı, her sıcaklıkta aynı durumun geçerli olduğuna yönelik bir anlayış gelişmektedir. Örneğin, “ $1,00 \times 10^{-3} \text{ M NaOH}$ çözeltisinin pH’sı nedir?” şeklindeki bir sorunun çözümü öğrenciler tarafından basitçe aşağıdaki gibi yapılmaktadır:

Kuvvetli baz olduğu için $[\text{OH}^-] = 1,00 \times 10^{-3} \text{ M}$ olur.

Böylece; $\text{pOH} = -\log(1,00 \times 10^{-3}) = 3$ buradan da $\text{pH} = 14 - 3 = 11$ olarak hesaplanmaktadır.

Burada pH değerinin hesaplanması 25°C için geçerlidir. Fakat öğrenciler genellikle bu durumun farkında olmayıp her zaman bu şekilde yapılabileceğini düşünmektedirler. Örneğin sıcaklığı 0°C olan $1,00 \times 10^{-3} \text{ M NaOH}$ çözeltisinin pH’sını da aynı şekilde 11 olarak hesaplayabilmektedirler.

Nötral, asidik ve bazik çözeltiler konusunda daha doğru bir anlayışın geliştirilebilmesi için yaygın olarak kullanılan,

$\text{pH} = 7$ ise ortam nötral

$\text{pH} < 7$ ise ortam asidik

$\text{pH} > 7$ ise ortam baziktir

şeklindeki tanımların hangi durum için geçerli olduğu ya da her zaman bu tanımların doğru olmayacağı konusuna mutlaka vurgu yapılmalıdır.

Bu tanımlar sıcaklığı 25°C olan saf su için doğrudur. Çünkü 25°C için $K_{\text{su}} = 1 \times 10^{-14}$ olarak verilmektedir. Böylece;

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ ve } \text{pH} = \text{pOH} = 7$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \text{ olur.}$$

Ancak sıcaklık değişince aşağıda verilen suyun kendi kendine iyonlaşma dengesi sağa ya da sola doğru kayacaktır.



Bu yüzden sıcaklık değişince K_{su} değeri de değişecektir. Başka bir ifade ile sıcaklıktaki değişime bağlı olarak H_3O^+ ve OH^-

iyonlarının derişimi değişecektir. Bu durumda pH değeri de 7'den farklılaşacaktır. Bu açıklamalar doğrultusunda yukarıda ifade edilen tanımların 25°C dışında geçerli olmayacağı söylenebilir. Suyun iyonlaşma dengesi endotermik bir olaydır. Bu nedenle sıcaklık artırıldığında denge ürünler lehine kayar. Böylece H₃O⁺ ve OH⁻ iyonlarının derişimi ve K_{su} değeri artmış olur. Örneğin sıcaklık 100°C olduğunda K_{su} değeri **49x10⁻¹⁴** olmaktadır. Bu durumda;

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 7 \times 10^{-7} \text{ ve } \text{pH} = \text{pOH} = 6,155$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 12,31 \text{ olur.}$$

Sıcaklık düşürüldüğünde ise, denge sola doğru kayar ve H₃O⁺ ve OH⁻ iyonlarının derişimi ve K_{su} değeri küçülmüş olur. Örneğin sıcaklık 0°C olduğunda K_{su} değeri **0,114x10⁻¹⁴** olmaktadır. Bu durumda;

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 3,38 \times 10^{-8} \text{ ve } \text{pH} = \text{pOH} = 7,47$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14,94 \text{ olur.}$$

Bu hesaplamalardan elde edilen değerlere bakılarak saf su için; 100°C'de asidik, 0°C'de ise baziktir diyemeyiz. Saf su yine nötr olacaktır. Fakat pH'sı 7 değildir. Bu açıklamalardan hareketle; nötral, asidik ve bazik çözeltiler için yukarıda verilen tanımların yerine,

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \text{ ise ortam nötral,}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-] \text{ ise ortam asidik,}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-] \text{ ise ortam baziktir.}$$

şeklindeki tanımların kullanılması daha iyi olacaktır. Bu tanımların daha kapsamlı ve her sıcaklık için geçerli olduğu söylenebilir. Nötral, asidik ve bazik çözeltiler için tanımların bu şekilde verilmesi ve bu haliyle kavramsallaştırılması halinde, ayrıca öğrenciler arasında yaygın olan;

- Asidik çözeltilerde OH⁻ iyonu bulunmaz.
- Bazik çözeltilerde H₃O⁺ iyonu bulunmaz.

şeklindeki yanılgıların oluşumu da önlenmelidir. Çünkü bu tanımlar çözeltiler ister asidik ister bazik olsun her iki durumda da ortamda hem H₃O⁺ hem de OH⁻ iyonlarının bulunacağına işaret etmektedir.

KAYNAKLAR

- Beall, H., & Prescott, S. (1994). Concepts and calculations in chemistry teaching and learning. *Journal of Chemical Education*, 71(2), 111-112.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-877.
- Bodner, G. M. (1988). Consumer chemistry: Critical thinking at the concrete level. *Journal of Chemical Education*, 65(3), 212-213.
- Canpolat, N., Bayrakçeken, S., Karaman, S., Çelik, S., Ağgöl, F. Y., & Avinç, İ. A. (2009). Orta öğretim ve yüksek öğretim düzeyinde kimya öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi. TÜBİTAK, 107K095 numaralı proje.
- Carr, M. (1984). Model confusion in chemistry, *Research in Science Education*, 14, 97-103.
- Demerouti, M., Kousathana, M. & Tsapalis, G. (2004). Acid-base equilibria, part I. upper secondary students' misconceptions and difficulties. *The Chemical Educator*, 9, 122-131.
- Kousathana, M., Demerouti, M. & Tsapalis, G. (2005). Instructional misconceptions in acid-base equilibria: an analysis from a history and philosophy of science perspective. *Science and Education*, 14, 173-193.
- Lythcott, J. (1990). Problem solving and requisite knowledge of chemistry. *Journal of Chemical Education*, 67(3), 248-252.
- Morgil, İ., Yılmaz, A., Şen, O. & Yavuz, S. (2002, Eylül). Öğrencilerin asit-baz konusunda kavram yanlışları ve farklı madde türlerinin kavram yanlışlarını saptama amacıyla kullanımı. UFBMEK-5 http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Kimya/Bildiri/t175DD.pdf 20.07.2011
- Nakhleh, M. B. (1993). Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? Identifying conceptual students in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 70(1), 52-55.
- Nakhleh, M. B., & Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving: There is a difference. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 190-192.
- Novak, J. D. (1984). Application of advances in learning theory and philosophy of science to the improvement of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 61(7), 607-612.

- Nurrenbern S. C. and Pickering, M. (1987). Concept learning versus problem solving: Is there a difference? *Journal of Chemical Education*, 64(6), 508-510.
- Pickering, M. (1990). Further studies on concept learning versus problem solving. *Journal of Chemical Education*, 67(3), 254-255.
- Pinarbasi, T. (2007). Turkish Undergraduate Students' Misconceptions on Acids and Bases. *Journal of Baltic Science Education*, 6(1), 23-34.
- Ross, B. & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understanding of acids and bases, *International Journal of Science Education*, 13 (1), 11-23.
- Sawrey, B. A. (1990). Concept learning versus problem solving: Revisited. *Journal of Chemical Education*, 67(3), 253-254.
- Smith, K. J., & Metz, P. A. (1996). Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations, *Journal of Chemical Education*, 73 (3), 233-235.
- Sun, H. C. (2003). Conceptual clarifications for 'organizational learning' 'learning organization' and 'a learning organization'. *Human Resource Development International*, 6(2), 153-166.
- Zoller, U. (1990). Comments and criticism: Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1053-1065.

EK-1

1- 0 °C'de suyun iyonları çarpımı sabiti, $K_{su} = 0,114 \times 10^{-14}$ tür. Buna göre;

- Suyun 0 °C'deki pH'sını hesaplayınız.
- Bu sıcaklıkta suyun asit-bazlığı hakkında ne söylenebilir? Cevabınızı açıklayınız.

2- 100 °C'de suyun iyonları çarpımı sabiti, $K_{su} = 49 \times 10^{-14}$ tür. Buna göre;

- Suyun 100 °C'deki pH'sını hesaplayınız.
- Bu sıcaklıkta suyun asit-bazlığı hakkında ne söylenebilir? Cevabınızı açıklayınız.
