

Yapılandırıcı Öğrenme Teorisine Dayalı Bir Laboratuvar Aktivitesi: Elektrot Kalibrasyonu ve Gran Metodu

A Laboratory Activity Based on Constructivist Learning Approach: Electrode Calibration and Gran Functions

Havva DEMİRELLİ

G.Ü. Gazi Eğitim Fak., OFMA Eğt. Böl. Kimya Eğt. Anabilim Dalı, Ankara-TÜRKİYE
havva@gazi.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, lisans ve lisansüstü öğrencilerine pH Metre, Elektrot Kalibrasyonu ve Gran Metodunun öğretilmesi için yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına dayalı bir laboratuvar aktivitesi hazırlanmıştır. Gösterim, rehberli sorgulama, kavram oluşturma, ve uygulama aşamalarından oluşan aktivite G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4. sınıf öğrencilerinden rastgele seçilen 22 öğrenciye uygulanmış, aktivitenin etkinliği sınıf içi öğretim elemanı gözlemleri ve öğrencilerle resmi olmayan görüşmelerle kalitatif olarak değerlendirilmiştir. Aktivitenin, öğrencilerin ilgi, tutum ve merakını artırmada, yaratıcı düşünme, problem çözme, kavramsal anlama, uygulama becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yapılandırıcı öğrenme, laboratuvar eğitimi, pH metre, elektrot kalibrasyonu, Gran

ABSTRACT

In this study, a laboratory activity that is based on constructivist learning approach was prepared for teaching pH meter, Electrode Calibration and Gran Functions to undergraduate and graduate students. The activity that is consist of demonstration, guided inquiry, generate concept and application phases was carried out to twenty-two students randomly selected from grade 4 in Gazi University, Faculty of Gazi Education, Department of Chemistry Education and qualitatively evaluated with observation and informal interview. It observed that the activity is effective for increasing interest, attitude and curiosity, for expanding skills of creative thinking, problem solving, conceptual understanding and application.

Key Words: Constructivist learning, Laboratory instruction, pH meter, Electrode Calibration, Gran Functions

1. Giriş

Doğruluğunun ve güvenilirliğinin yüksek, uygulamasının kolay ve ucuz, uygulama alanının geniş olması nedeniyle biyoloji ve tıp gibi bilim dallarında, fabrikalarda ve özellikle analitik kimya, elektrokimya ve biyokimya gibi kimya dallarının araştırma laboratuvarlarında en fazla kullanılan yöntem olan potansiyometrinin en iyi bilinen uygulama alanı pH ölçümüdür (Serjant, 1984). pH ölçümüne bağlı olarak birçok çalışma yapılmakta ve bu çalışmalar diğer araştırmacıların kullanabilmesi için yayımlanmaktadır. Ancak bu çalışmalar incelendiğinde ve bu alanda uzman bilim adamlarının görüşleri alındığında potansiyometri ve özellikle elektrotların kalibrasyonu ile ilgili kavramların anlaşılmadığı, yanlış anlaşıldığı yada yanlış uygulandığı görülmektedir. Laboratuvar deneylerinin lisans ve lisans üstü programlarında amaçlarına ulaşmadığını gösteren bu durumun temel nedeni Hoffstein (1988) tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

“Yapılan müfredat reformlarına rağmen öğrenciler genellikle laboratuvarda teknisyen gibi çalışmaktadır. Laboratuvar çalışmaları düşük düzey becerilerin gelişimine yoğunlaşan yemek kitabı türü laboratuvar aktivitelerine odaklanmakta, öğrencilere hipotez kurmaları, hipotez test etmeleri ve deneysel hatalarını tartışmaları için çok az fırsat verilmektedir.”

Hoffstein' in ifadesinden de anlaşılacağı gibi laboratuvar eğitiminin başarısızlığı laboratuvardaki ders dizaynından kaynaklanmaktadır. Bu amaçla birçok farklı öğretim yöntemi geliştirilmiş, bu yöntemlerin etkinliği araştırılmıştır (Veath, 1988; Allen et.al., 1986; Wufsberg, 1983; Fowler, 1980; Pavelich and Abraham, 1979; Richardson and Renner, 1970). Bu yöntemlerin ortak özelliği, amaçlarına ulaşabilmesi için laboratuvar derslerinin problemin sunumu, problemin çözümü için çözüm yollarının tartışılması, hipotez kurma, hipotezlerin test edilmesi ve genelleme yapma basamaklarını içerecek şekilde dizayn edilmesidir. Bu tip laboratuvar derslerinde öğrenciler veri toplayıp analiz edebilirler ve problemlere kısmi veya tam çözümler bulabilirler. Öğrenciler doğru çözüme ulaşamayıp alternatif çözüm yollarını araştırmak zorunda da kalabilirler. Her iki

durumda da öğrenciler, kendi bilgi ve kavramlarını kullanarak ve onları genel bir fikre varıncaya kadar diğer öğrencilerle paylaşarak problemlere çözümler bulurlar. Bu yaklaşım öğrencileri yapılandırıcı (constructivist) bir öğrenme modeline götürür. Piaget' in zihinsel gelişim teorisine dayanan ve kısaca öğrencilerin var olan bilgileri ile yeni bilgilerini ilişkilendirmesi olarak tanımlanan yapılandırıcı öğrenme teorisine (Köseoğlu ve Kavak, 2001) dayalı olarak laboratuvar öğretiminin yapılması ezbere öğrenme yerine anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini sağlar.

Bu çalışmanın amacı, lisans ve lisans üstü programlarındaki öğrencilerine *potansiyometrinin teorik temelleri, pH metre, cam elektrot, elektrot kalibrasyonu ve Gran Metodu* (Gran, 1950; 1952) ile *kuvvetli asit-kuvvetli baz kalibrasyonu* konularındaki kavramları öğretmeye yardımcı olacak yapılandırıcı öğrenme teorisine dayalı bir laboratuvar aktivitesi geliştirmek ve öğrencilerin kavramsal gelişimlerine bu aktivitenin etkisini araştırılmaktır.

2. Yöntem

Yapılandırıcı öğrenme teorisine dayalı olarak hazırlanan laboratuvar aktivitesinin potansiyometri, elektrot kalibrasyonu, Gran Metodu konularında lisans öğrencilerinin kavramsal gelişimlerine etkisini kalitatif olarak araştırmayı amaçlayan bu çalışma 2001-2002 öğretim yılında G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4. Sınıf öğrencilerinden rastgele seçilen 22 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama 4 saatlik bir laboratuvar dersinde yapılmıştır. Laboratuvar aktivitesinin değerlendirilmesinde kullanılacak kalitatif veriler araştırmacıların sınıf içi gözlemleri, işlem yapraklarının incelenmesi ve uygulamanın tamamlanması sonucunda istenen laboratuvar raporlarının değerlendirilmesiyle toplanmıştır.

3. Aktivitenin Tanıtımı

Laboratuvarımızda potansiyometri ile ilgili şimdiye kadar yapılan çeşitli çalışmalara dayanarak hazırlanan laboratuvar aktivitesi öğretim elemanı ve öğrencilere verilmek üzere 2 ayrı formdan oluşturulmuş olup 4 aşama içermektedir. Birinci aşama, öğrencilerin ilgisini konuya çekme, onların alternatif kavramlarını ortaya çıkarma ve ön bilgilerinin yetersiz olduğunu onlara hissettirmeye yarayan gösterim aşamasıdır. Bu aşamada, üç gösteri deneyi bulunmaktadır. Birinci gösteri deneyinde öğrencilerden kalibre edilmemiş bir pH metre ile pH' ını bildikleri bir çözeltinin pH' ını okumaları istenmekte, pH' ın neden farklı okunduğu tartışılmaktadır. Ayrıca bu deneyde öğrencilerin mV ile pH arasında bir ilişki olduğunu bulmaları sağlanmaktadır. pH okumalarında ortamın iyonik şiddetinin ve sıcaklığının etkili olduğunu öğrencilere göstermek için ise farklı sıcaklık ve iyonik şiddette pH ölçümü yapılmaktadır. Bu aşama bir laboratuvar ders saatini almaktadır.

İkinci aşama öğrencilerin veri toplamasına yardımcı olacak araştırma konularını içeren rehberli sorgulama aşamasıdır. Bu aşamada, potansiyometrinin genel prensipleri, tuz köprüsü, sıvı temas potansiyeli, elektrot tipleri, cam elektrot, camın yapısı, camın seçiciliği, asimetri potansiyeli, sınır potansiyeli, Nernst Eşitliği konularındaki ön bilgilerini açığa çıkarmak amacıyla öğrencilere sorular yöneltilmiş, öğrencilerin elektrot kalibrasyonu ve NaOH standardizasyonunu yapabilmeleri için deneyler yaptırılmıştır. Kalibrasyonlarda sıcaklığın ve iyonik şiddetin önemli olduğunu öğrencilere kavratılmak amacıyla sınıf üç gruba ayrılmış, her bir gruba farklı şartlarda deney yaptırılmıştır. I.Grup 25°C ve 0,1 M NaCl 'li, II.grup 25°C ve 0,5 M NaCl' li ortamda deney yaparken, III. grup 35°C ve 0,1 M NaCl' li ortamda deney yapmıştır. Potansiyometrik titrasyon verileri alındıktan sonra kavram oluşturma aşamasına geçilmiştir.

Üçüncü aşama kavram oluşturma aşamasıdır. Bu aşamada küçük gruplar halinde tartışılarak elde edilen veriler bütün sınıfta tartışılmış, öğrencilerin yeni kavramları önceki kavramları ile ilişkilendirerek oluşturması sağlanmıştır. Bu aşamada kargaşayı

önlmek, tartışmaların fazla dağılmadan yapılmasını sağlamak amacıyla tartışılacak konular öğretim elemanı tarafından sunulmuştur. Tartışılacak ilk konu NaOH' ın kalibrasyonunda Gran metodunun nasıl kullanılacağıdır. Bu bölümde öğrencilerin potansiyometrik titrasyon verileri ile asidin mmol sayısı arasındaki ilişkiyi görmeleri sağlanmıştır. Bu amaçla öğrencilere Çözeltide Hidrojen iyonu derişimini pH' a bağılı olarak nasıl ifade edersiniz? Çözeltinin hacmi belli ise hidrojen iyonunun mmol sayısını pH' a bağılı olarak nasıl ifade edersiniz? pH metre ile pH ölçümlerinde mV ile pH arasında nasıl bir ilişki vardır? Asidin mmol sayısını mV' a bağılı olarak nasıl ifade edersiniz? Elde ettiğiniz üstel fonksiyonu nasıl sadeleştirirsiniz? Standart elektrot potansiyeli E^0 sabit olduğuna göre $10^{(E0/59,16)}$ sabit midir değişken midir? Eğer $10^{(E0/59,16)}$ sabit ise biz mmol asit ile mV arasındaki eşitliği bir fonksiyon olarak tanımlayabilir miyiz? Titrasyon esnasında hacim v kadar arttığına göre titrasyonun her bir noktası için \emptyset fonksiyonunu nasıl tanımlarsınız? Gibi sorular yöneltmiş ve öğrencilerin Gran fonksiyonunu çıkarmaları sağlanmıştır. Benzer şekilde Bazik bölge içinde \emptyset fonksiyonu çıkarttırılmış ve öğrencilerin Gran eğrisini çizmeleri istenmiştir. Gran eğrisinin kesim noktasından dönüm noktası bulunmuş ve NaOH' ın konsantrasyonu hesaplanmıştır.

Elektrot kalibrasyonunu öğrencilere kavratılabilmek için ise öğrencilere; “pH metreden okunan mV değerleri için pH' bağılı bir fonksiyon yazınız?”, “pH' a bağılı fonksiyonu doğru denklemi olarak ifade ediniz?”, “Bu fonksiyondaki her bir büyüklüğün nasıl bulunacağını tartışınız.”, “Konsantrasyonu tam olarak bilinen bir asidi konsantrasyonu tam olarak bilinen bir baz ile titre ettiğinizde titrasyonun her bir noktası için pH' ı nasıl hesaplayacağınızı tartışınız.” “mV' a karşı pH' ı grafiğe geçirerek kesin noktasının ve eğimin ne ifade ettiğini tartışınız.” soruları yöneltilerek kalibrasyon grafiğini çizmeleri sağlanmıştır.

Son aşama bir potansiyometrik kantitatif tayinin yapıldığı uygulama aşamasıdır. Öğrencilerin yeni öğrendiği kavramları başka olay ya da durumlara transfer etmesine olanak tanıyan bu aşamada, öğrencilere potansiyometrinin uygulamaları ile ilgili bir

deney verilmiş ve sonuçlarını bir rapor halinde sunmaları istenmiştir. Bu amaçla öğrencilerden % 5' lik sirke, ve limon suyunun pH' ını 0,1 M NaCl' li ortamda tayin etmeleri istenmiştir.

Öğretim elemanı için hazırlanan formda aynen öğrenci işlem yapacağındaki bölümleri içermektedir. Bu formun öğrenci işlem yapacağından farkı soruların bilimsel karşılıklarını ve sorulara verilebilecek alternatif öğrenci cevaplarını içermesidir. Örneğin bu formda öğrencilere yöneltilen “Tuz köprüsünü tanımlayarak, tuz köprüsünün ne işe yaradığını açıklayınız” sorusuna öğrencilerin “Tuz köprüsü referans elektrot ile indikatör elektrotu birbirinden ayıran köprüdür. Elektron göçünü sağlar”, “...Tuz köprüsü elektronik devrenin tamamlanmasını sağlar”, “.... Tuz köprüsü iki yarı hücredeki çözeltinin konsantrasyonunun eşit olmasını sağlar” gibi alternatif düşünceleri ortaya atabileceği ifade edilmiştir.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Öğrencilerin bilimle ilgili doğrudan deneyim kazanabilecekleri, problemlerle karşılaşabilecekleri, hipotez kurma ve test etmeyle problem çözümlerini tartışma fırsatlarına sahip olabilecekleri ve bilimin araştırmaya dayalı doğasını anlayabilecekleri bir yer olan laboratuvar, XIX. Yüzyıldan beri fen eğitiminin önemli bir parçası olmuş ve laboratuvar eğitiminin amaçları Shulman ve Tamir (1973) tarafından aşağıdaki şekilde özetlemiştir:

- (1)- İlgiyi, tutumu, tatmini, kabulü ve merakı uyandırmak ve sürdürmek
- (2)- Yaratıcı düşünmeyi ve problem çözme becerisini geliştirmek
- (3)- Bilimsel düşünmeyi ve bilimsel metodu desteklemek
- (4)- Kavramsal anlamayı ve zihinsel beceriyi geliştirmek
- (5)- Uygulamaya yönelik becerileri geliştirmek.

Bu çalışmada önerilen aktivitenin bu amaçlara ulaşmada etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla kalitatif bir çalışma yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

İlgi, Tutum ve Merak

Fen ve kimyaya karşı öğrencilerin ilgi, tutum ve merakını aktivitenin artırıp artırmadığını tespit etmek amacıyla öğretim elemanlarının gözlemlerinden yararlanılmış ve problemlere çözüm bulmada, aktivitedeki deneyleri yapmada, farklı maddelerin pH'ını ölçmede öğrencilerin daha istekli oldukları görülmüştür. Önceki yıllarda uygulanan laboratuvar aktivitelerinin tersine öğrencilerin çoğu deneye daha aktif katılmışlar, pH metreyi kullanmak için sıraya girmişlerdir. Öğrenciler aktivitede yer almayan ölçümler yapmak istemişler, bir bilim adamı gibi merakla çeşitli maddelerin pH'ını araştırmışlardır. Örneğin, içtikleri suyun, çayın, meyve sularının pH'ını ölçmüşler, pH'ın nelere bağlı olduğunu incelemişlerdir.

Yaratıcı düşünme ve problem çözme

Geleneksel laboratuvar föylerinde öğrenciler bir yemek kitabından yemek yapar gibi çalışırken yeni yaklaşımda problemlere çözüm bulabilmek için kendileri yeni deney dizayn etmişler, yaratıcılıklarını kullanmışlardır. Öğrenciler karşılaştıkları problemlere çözüm bulabilmek için grup arkadaşlarıyla tartışmışlar ve doğru ölçümü yapabilmek için nasıl bir deney dizayn etmeleri gerektiğini belirlemişlerdir. Bu yönüyle yapılandırıcı yaklaşıma dayalı laboratuvar aktivitesi öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmektedir.

Bilimsel düşünme

Bilimsel bilgi bilindiği üzere, problemin ortaya konulması, hipotez kurma, hipotezleri test etmek için veri toplama, değerlendirme ve genelleme yapma basamaklarını içerir. Geleneksel laboratuvar yaklaşımında elde edilen bilgide maalesef bu basamakların hiç biri kullanılmaz. Çünkü geleneksel laboratuvar yaklaşımında öğrenci deneyde öğreneceği kavramı önceden biliyordur ve bu kavramı doğrulamak için deney yapar. Yapılandırıcı yaklaşıma dayalı laboratuvar yaklaşımında öğrencilere problem merak uyandırılarak sunulur, daha sonra hipotez kurması ve bunları test etmesi sağlanır. Son olarak öğrencilerin genelleme yapması için fırsat verilir. Bu yönü ile yeni yaklaşım

öğrencilerin bilimsel düşünmesini desteklemekte ve onların bilimsel bilginin nasıl elde edildiğini anlamasına yardımcı olmaktadır.

Kavramsal anlama

Öğrencilerin öğrendiği kavramı kendi cümleleri ile tanımlayabildiği ve/veya yeni kavram ile önceden bildiği kavramlar arasındaki ilişkiyi açıklayabildiği öğrenmeye anlama veya kavrama düzeyinde öğrenme denir. Anlama veya kavrama düzeyinde öğrenmenin gerçekleşebilmesi için niçin? neden? sorularına cevap verilmelidir. Uygulanan aktivitede öğrencilere devamlı olarak niçin? neden? soruları yöneltildiğinden öğrenciler kavramsal anlama gerçekleştirmişler, kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmişlerdir. Örneğin bir öğrenci ile ders sonunda yapılan resmi olmayan mülakatta “iyonik şiddet pH ölçümlerinde neden önemlidir?” sorusu yöneltilmiş, öğrenciden “standart elektrot potansiyeli E^0 ” sıvı temas potansiyeline bağlıdır. Sıvı temas potansiyeli sabit kabul edilmiştir. Eğer elektrot dolgu çözeltisi ile ortamın iyonik şiddeti farklı olursa sıvı temas potansiyeli sabit olmaz. Bu nedenle ortamın iyonik şiddeti çok önemlidir.” yanıtı alınmıştır. Başka bir görüşmede öğrenciye “elektrot kalibrasyonu nedir? Niçin yapılır?” sorusu yöneltilmiş, öğrenciden “elektrot kalibrasyonu, Standart elektrot potansiyeli E^0 ve nernst faktörü k' nin bulunmasıdır. Standart elektrot potansiyeli, sıvı temas potansiyeli, sınır potansiyeli, asimetri potansiyeli, aktivite katsayısı, cam elektrotun içindeki asidin logaritmik ifadesi gibi büyüklükleri kapsar. Bu büyüklükler hesaplanamadığından deneysel olarak bulunması gerekir” cevabı alınmıştır.

Uygulama

Yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına dayalı laboratuvar aktivitesinin en son basamağı, uygulama basamağıdır. Bu basamakta öğrenciler öğrendikleri kavramları başka durumlara uygulama fırsatı bulurlar. Öğrenciler uyguladıkları aktivitede pH metreyi çeşitli maddelerin (sirke, meyva suyu vb.) pH' ını ölçmek için kullanmışlar, uygulama becerilerini geliştirmişlerdir.

Potansiyometrinin teorik temelleri, elektrot kalibrasyonu, Kuvvetli asit-baz kalibrasyonu, Gran metodu konularındaki kavramların öğrencilere yapılandırıcı öğrenme teorisine dayalı olarak öğretilmesi için geliştirilen bu aktivitenin uygulanması sonucunda öğrencilerin Shulman ve Tamir' in belirttiği amaçlara ulaşmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

5. Öneriler

Birçok araştırmacı tarafından fen eğitiminin merkezi olarak kabul edilen laboratuvar eğitiminin amaçlarına ulaşabilmesi için yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar ışığında bu alandaki araştırmacılar için aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur.

- ✓ Hazırlanan laboratuvar aktivitesinin etkinliği daha büyük bir örneklem gurubunda deneysel olarak araştırılmalı, aktivitenin daha da geliştirilebilmesi için nelerin yapılması gerektiği incelenmelidir.
- ✓ Fen ve kimya eğitiminin anlaşılması ve kavranılması güç konularında bu laboratuvar aktivitesine benzer aktiviteler hazırlanmalı, laboratuvar eğitimi geleneksel yaklaşımdan uzaklaştırılmalıdır.
- ✓ Hazırlanan laboratuvar aktivitesi, laboratuvar eğitimindeki sorgulama-keşfetme, öğrenme döngüsü gibi çağdaş yaklaşımlarla karşılaştırılmalı, aktivitenin üstünlükleri ve eksik noktaları belirlenmelidir.

Kaynaklar

- Allen, B.J., Barker, L.N. and Ramsden, J.H. (1986). Guided inquiry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 63 (6), 533-534.
- Fowler, L.S. (1980). An application of Piaget' s theory of cognitive development in teaching chemistry: the learning chemistry. *Journal of Chemical Education*, 57(2), 135-136.
- Gran, G. (1950). Determination of the equivalence point in potentiometric titrations. *Acta. Chem. Scand.*, 4, 559.
- Gran, G. (1952). Determination of the equivalence point in potentiometric titration. Part II. *Analyst*, 77: 661.
- Hoffstein, A. (1988). Practical work and Science Education, Development and Dilemmas in Science Education. New York: Palmer Press.
- Köseoğlu, F. and Kavak, N. 2001, Fen Öğretiminde Yapılandırıcı Yaklaşım. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (1), 139-148.
- Pavelich, M.J. and Abraham, M.R. (1979). An Inquiry format laboratory for general chemistry, *Journal of Chemical Education*, 53(2), 100-103.
- Richardson, V. and Renner, J.W. (1970). A study of the inquiry-discovery method of laboratory instruction. *Journal of Chemical Education*, 47(1), 77-79.
- Serjant, E.P. (1984). *Potentiometry and Potentiometric Titrations*. New York: John Wiley and Sons.
- Shulman, L.D. and Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences. In R.M.W. Travers (Ed.), *Second Handbook of Research on Teaching*. Chicago: Rand McNally.
- Veath, M.L., (1988). Comparing the effect of different laboratory approaches in bringing about conceptual change in the understanding of physics by university students. *Dissertation Abstracts International*, 49, 3676A.
- Wulfsberg, G. (1983). A piagetian learning-cycle laboratory approach to teaching descriptive inorganic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 58(6), 52-57.