



## ELEKTROLİZ VE PİL KONULARININ ÖĞRETİMİNDE PROBLEME DAYALI ÖĞRENME YAKLAŞIMININ ETKİSİ

### THE EFFECT OF PROBLEM BASED LEARNING STRATEGY IN ELECTROLYSIS AND BATTERY SUBJECT TEACHING

Cemil AYDOĞDU\*

**ÖZET:** Son yıllarda ülkemizde ve dünyada yapılan araştırmalar; düşünme becerisini, eleştirel düşünme becerisini, problem çözme becerisini, öğrenme gereksinimlerini belirlemeyi, öğrenmeyi öğrenebilmeyi, bilgiyi işlevsel hale getirmeyi ve ekip çalışmasını tetikleyen öğrenci merkezli öğrenme ortamlarının öğrenci başarılarını artırdığını göstermektedir. Öğrencinin merkezde olduğu öğrenim modellerinden biri de Probleme Dayalı Öğrenmedir (PDÖ). Bu çalışmada, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi öğrencilerinin Elektroliz ve Pil konusunu öğrenmelerine ve kimya dersine karşı tutumlarına PDÖ yaklaşımının etkisi incelenmiştir. Araştırmada deneysel yöntem kullanılmıştır. Araştırmada Bilimsel İşlem Beceri Testi, Elektrokimya Başarı Testi ve Kimya Tutum Ölçeği uygulanmıştır. PDÖ yaklaşımının uygulandığı deney grubu öğrencilerinin kimya başarıları, geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin kimya başarılarından daha yüksektir. PDÖ yönteminin uygulandığı grubun kimyaya karşı tutum puanları, kontrol grubu öğrencilerinin tutum puanından daha yüksek olduğu görülmüştür.

**Anahtar sözcükler:** Elektroliz ve pil, kimya öğretimi, probleme dayalı öğrenme,

**ABSTRACT:** In recent years, studies that are conducted in Turkey and around the world about thinking skills, critical thinking skills, problem solving ability, determining the learning needs, learning how to learn, applying the learning, and collaborative learning support the idea that student-centered learning environments enhance students' success in science classrooms. Problem-based learning (PBL) is one of the examples of student-centered learning environments. In this study, the effects of PBL on student teacher's learning of Electrolysis and Battery subjects and their attitudes toward the chemistry courses were investigated in the Hacettepe University, Faculty of Education, Science Education Program. An experimental design was used in the research. The instruments used for data collection were Science Process Skills Test, Electrochemistry Achievement Test, and Chemistry Attitude Scale. PBL was used with the experimental group students and their chemistry achievement was found to be higher than the control group that was taught by traditional teaching methods. Also the experimental PBL group's chemistry attitude scores were higher than that of the control group.

**Keywords:** Electrolysis and battery, chemistry education, problem based learning

## 1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılda, özellikle yüzyılın son çeyreğinde, dünya çok önemli değişim ve dönüşümler yaşadı. Bu değişim ve dönüşümlerin temelinde, evrensel olarak çeşitli sosyo ekonomik gelişmeler ile bilim ve teknoloji alanındaki kapsamlı değişimler yatmaktadır. Sözü edilen bu gelişmeler sonucunda tüm dünyada büyük bir bilgi patlaması olmuş, son otuz kırk yıl içerisinde üretilen bilgi, insanlık tarihinin daha önceki dönemlerinde üretilen toplam bilgiden daha fazla olmuştur. Bilgi artış hızı son yıllarda daha da artmış, bu artış adeta baş döndürücü bir duruma gelmiştir. Sürekli değişen ve gelişen dünyamızda, bilim ve teknoloji alanında sağlanan ilerleme ve bu ilerlemeye paralel bir şekilde insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri için bireylerin eleştirel ve yaratıcı düşünme, kolektif aklı kullanma, bilgiyi esnekleştirme ve problem çözme gibi becerilerinin geliştirilmesi gereklidir. İlerleme sürecinde karşılaşılabilecek her türlü problem için, etkili ve verimli çözüm yolları arama ve yeni ürünler ortaya koymada bu becerilere gereksinim vardır. Günümüzde toplumların kalkınmasında ve rekabete dayalı ekonomik düzende nitelikli bireyler yetiştirme bakımından eğitim daha da önem kazanmıştır. Bu bağlamda, eğitim sisteminde farklı düşüncelere yer veren, meydana gelen yeni ortamlara tahammül etmeyi ve yeni ortamlara adaptasyonu kolaylaştıran öğrenci merkezli çağdaş öğrenme yöntemleri uygulanmaya başlanmıştır. Bilişsel alanda yapılan araştırmalar, öğrenme sürecine aktif olarak katılan öğrencilerin daha iyi öğrendiklerini göstermektedir. Bu nedenle öğrencilere bilginin kaynağı ve bu bilgileri nasıl elde edecekleri, bunları nasıl değerlendirecekleri ve problemi çözmek için bu bilgiyi nasıl kullanacakları öğretilmelidir. Bu becerilerin kazandırılmasında probleme dayalı öğrenme yaklaşımının etkili olduğu yapılan birçok çalışmada (Kaptan, F ve Korkmaz, H., 2001;

Torp, T., 1997; Saban, A., 2000; Peterson F. and Eaguest, D., 1998; Hmelo C. and Silver, E., 2004; Major C. H. and Baden, M.S., 2000; Dahlgren M.A., Castensson, R. and Dahlgren, L.O., 1998; Rhem J., 1998; Dutch B., 1995; Yu-chen H., 1999; Winning T. and et. all., 2003 ; Dale and Balloti, 1997) ortaya konulmuştur.

Probleme dayalı öğrenme yöntemi 1950'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde Case W. Üniversitesi Medical School'da uygulanmıştır. Yaklaşık otuz yıl önce dikkat çekici bir şekilde birkaç tıp okulunda uygulanmaya başlanmıştır (Barrows, H.S and RM Tamblyn, 1980; Boud ve Feletti, 1991). Günümüzde birçok Tıp Fakültesi probleme dayalı öğrenme modelini klinik öncesi derslerde ve hemşire eğitiminde kullanmaktadırlar (Miller, 2003; Li-Ling Hsu, 2004; Kelly ve ark., 2005; Streichert ve ark., 2005; Pastirik, 2006). Problem çözmeye dayalı öğrenme, yapısalcı öğrenme ortamlarının en önemli uygulamalarından birini oluşturur. Öğrencileri problemi tanımlamada motive eden, kavramları araştırmaya yönelten, işbirliğine dayanan çalışma ortamı sağlayan, iletişim becerilerini artıran, gerçek dünya problemlerini kullanan güçlü bir sınıf süreci ve yaşam boyu öğrenme alışkanlığını destekleyen bir stratejidir. Probleme dayalı öğretim stratejisi; problem çözme, araştırma ve olay tabanlı öğrenmeyi içeren eğitim stratejilerini kapsayan bir bütündür. Bu farklı stratejilerin hepsinde önemli olan şey, bazı soruları cevaplama ve bazı problemleri çözme sürecine giren öğrencilerin başarılı olmasıdır. Mühendislik eğitimi (Schultz ve Christensen, 2004; Acar, 2004; Riberio ve Mizukami, 2005; Bütün, 2005 ), fizik, kimya, biyoloji ve çevre eğitimi (Dods, 1996; Ram 1999;; Larive, 2004 ; Goodnough, 2005; Yaman ve Yalçın, 2005; Lawrance, 2006; Sungur ve Tekkaya , 2006; Parim, 2001; Tarhan ve Acar, 2007;. Sağır, Ş.U., Çelik, A.Y. ve Armağan, F.Ö., 2009) alanlarında PDÖ ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Gerçek hayat problemlerinin araştırılması ve çözümü etrafında organize edilmiş, bireylerin hem zihin hem de beceri yönünden aktif katılımlarını gerektiren, tecrübeye dayalı öğrenmeyi temsil eden probleme dayalı öğrenme 1990'lı yıllardan beri fen alanında ilköğretim ve orta öğretim düzeyinde (West, Steve A., 1992, Açık yıldız, 2004). Özellikle kimya alanında yapılan çalışmalarda da kullanılmaya başlanmıştır. Kimya eğitiminde son yıllarda yapılan çalışmalarda, problem çözme becerileri ve kimya problemlerini çözmeye öğrencilerin düştüğü kavram yanlışlarını anlamaya odaklanılmıştır (Herron, 1990 ; Chambers ve Andre, 1997; Garnett ve diğerleri, 1995; Allops ve George, 1982; Garnett ve Treagust 1992a; 1992b; Ogude ve Bradley, 1994; Ovens ve Stevens, 1997; Sanger ve Greenbowe 1997, Şenocak, E., 2005 , Tavukçu, K. 2006, Bayrak, 2007, Tatar, E., 2007, Tüysüz ve ark., 2010).

Bu çalışmada, Fen Bilgisi Öğretmenliği öğrencilerinin elektrokimya konularından elektroliz ve pil konularında kavramsal algılamalarına ve kimya dersine karşı tutumlarına probleme dayalı öğretimin etkisi araştırılmıştır. Ayrıca çalışma grubu öğrencilerinin, Elektroliz ve Pil konusundaki başarılarına, uygulanan yöntem değişkenlerinin etkisi incelenmiştir. Fen derslerinin öğretiminde laboratuvar çalışmasının önemi bilinmektedir (Hofstein ve Lunetta 1982; 2004; Aydoğdu 1999; 2003). Elektroliz ve pille ilgili bu çalışma aynı zamanda laboratuvar uygulamaları ile desteklenmiştir.

## 1.1 Problem Cümlesi

Laboratuvar Dersi kapsamında Elektroliz ve Pil konularının anlatılmasında kullanılan probleme dayalı öğrenme yaklaşımı ile geleneksel yaklaşımın öğrencilerin Elektro Kimya Başarıları ve kimya dersine karşı tutumları üzerine etkisi nasıldır?

### 1.1.1 Alt Problemler

1. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kimya Tutum Ölçeği ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2. Öğrencilerin Kimya Tutum Ölçeği son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

3. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Elektro Kimya Başarı Testi ön test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

4. Öğrencilerin Elektro Kimya Başarı Testi son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

5. Bilimsel İşlem Beceri Testinden alınan puanlar kontrol edildiğinde uygulanan öğretim yaklaşımına göre, öğrencilerin Elektro Kimya Başarıları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

## 2. YÖNTEM

Bu araştırmada öntest-sontest kontrol gruplu desen kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından laboratuvar dersleri yürütülen sınıflardan rastgele deney ve kontrol grupları seçilmiştir. Deney gruplarında PDÖ, kontrol gruplarında ise geleneksel öğretim yaklaşımı ile elektroliz ve pil konuları derslerde işlenmiş ve deneysel aktiviteler yapılmıştır.

### 2.1. Araştırmanın Örnekleme

Araştırmanın örneklemini 2010-2011 öğretim yılında Hacettepe Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliğinde öğrenim görmekte olan, Genel Kimya ve Genel Kimya Laboratuvarı dersine kayıtlı 106 öğrenci oluşturmaktadır. Tablo 1’de örneklemin cinsiyete göre dağılımı görülmektedir.

**Tablo 1: Örneklemin Cinsiyete Göre Dağılımı**

|        | Kontrol Grubu |     | Deney Grubu |     |
|--------|---------------|-----|-------------|-----|
|        | N             | %   | N           | %   |
| Kız    | 46            | 87  | 43          | 81  |
| Erkek  | 07            | 13  | 10          | 19  |
| Toplam | 53            | 100 | 53          | 100 |

### 2.2. Veri Toplama Araçları

**Bilimsel İşlem Beceri Testi (BİBT):** Bu testin orijinali Burns, Okey ve Wise (1982) tarafından geliştirilmiştir. Türkçe’ye çevirisi ve uyarlanması ise Özkan, Aşkar ve Geban (1991) tarafından yapılmıştır. Bu test çoktan seçmeli dört seçenekli 36 soru içermektedir. Testi meydana getiren beş alt bölüm, bilimsel işlem becerilerinin farklı bakış açılarını test etmeyi amaçlamaktadır. Testin orijinalinin güvenilirliği cronbach  $\alpha = 0.82$  olarak bulunmuştur (Aktaran Yalçın, 2003).

**Kimya Tutum Ölçeği (KTÖ):** Öğrencilerin kimyaya karşı tutumlarını belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Ölçek Geban vd. Tarafından 15 maddeden oluşan beşli likert tipi ölçek olarak geliştirilmiştir. Ölçeğin güvenilirlik katsayısı için cronbach  $\alpha$  iç tutarlık katsayısı hesaplanmış ve 0,83 olarak bulunmuştur (Pınarbaşı 2002). Kimya dersi tutum ölçeği, çalışma kapsamındaki öğrencilerin tamamına öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Ölçekte alınabilecek minimum puan 15, maksimum puan 75’dir. Puanlar yükseldikçe tutumun olumlu yönde arttığı varsayılmıştır.

**Elektrokimya Başarı Testi (EBT):** Elektroliz ve Pil konularıyla ilgili araştırmada kullanılan testin geliştirilmesi sürecinde belirlenen hedef-davranışların tümünü yoklayacak nitelikte 25 sorudan oluşan bir test hazırlanmıştır. Test çoktan seçmeli ve açıklamalı sorulardan oluşmaktadır. Her soruda verilen cevabın gerekçesi de istenmiştir. Gerekçeler bazı sorularda çoktan seçmeli olarak verilmiş, bazı sorularda ise açıklama şeklinde istenmiştir. Sorular araştırmacı tarafından yazıldıktan sonra testin geçerliği için konu alanı uzmanlarının (kimya eğitimi), ölçme ve değerlendirme uzmanlarının ve dil açısından uygunluğu için ise Türkçe eğitimi alanında çalışan alan uzmanlarının görüşlerine başvurulmuştur. Alınan görüşler doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Deneme formu, uygulama grubunun dışındaki diğer gruplara uygulanmıştır. Uygulamadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda teste son şekli verilmiştir. Nihai formun oluşturulabilmesi için programın hedef ve davranışlarına yönelik hazırlanan 25 sorudan oluşan test, genel kimya ve genel kimya laboratuvarı derslerini 2009–2010 öğretim yılında almış olan Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı 2. Sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Hem cevabı hem de gerekçesi doğru olan sorular doğru kabul edilmiştir. Gerekçesi doğru olmayan cevaplar yanlış olarak değerlendirilmiştir. Testin güvenilirlik katsayısı ön deneme uygulaması sonucu 0,69 olarak hesaplanmıştır. Nihai formu oluşturacak maddeler seçilirken madde güçlüklerine ve ayırıcılık güçlerine bakılmıştır. Ayırıcılık güçleri 0,30’un üstünde ve güçlükleri

ise 0,50 civarında olan maddeler nihai teste alınmıştır. Bu doğrultuda belirlenen ölçütlere göre seçilen 21 madde üzerinden nihai form oluşturulmuştur. Hazırlanan başarı testi, ön ve son test olarak uygulanmıştır. Testteki sorulara ait örnekler aşağıda verilmiştir.

**Soru:** Doygun sodyum klorür çözeltisinin elektrolizi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- Katot elektrotunda sodyum metali oluşur.
- Güç kaynağının - kutbuna bağlı elektrotta  $H_2$  gazı oluşur.
- Güç kaynağının + kutbuna bağlı elektrotta  $O_2$  gazı oluşur.
- Güç kaynağının - kutbuna bağlı elektrotta  $Cl_{2(g)}$  oluşur.
- Toplam elektroliz tepkimesi  $2Na^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} \rightarrow 2Na_{(k)} + Cl_{2(g)}$  şeklindedir.

**Gerekeniz**

- Doygun sodyum klorür çözeltisi elektroliz edildiğinde katot elektrotunda  $2H_2O + 2e \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$  olayı gerçekleşir. Çünkü hidrojen indirgenme eğilimi sodyum metalinin indirgenme eğiliminden daha büyüktür.
- Doygun sodyum çözeltisi elektroliz edildiğinde katot elektrotunda  $Na^+_{(aq)} + 1e \rightarrow Na_{(k)}$  şeklinde sodyum metali oluşur. Çünkü sodyum metalinin indirgenme eğilimi hidrojenin indirgenme eğiliminden daha büyüktür.
- Doygun sodyum klorür çözeltisi elektroliz edildiğinde anot elektrotunda  $2H_2O \rightarrow O_{2(g)} + 4e + 4H^+_{(aq)}$  olayı gerçekleşir. Çünkü  $O^{2-}_{(aq)}$  iyonundan elektron koparmak  $Cl^-_{(aq)}$  iyonundan elektron koparmaktan daha kolaydır.
- Güç kaynağının + kutbuna bağlı elektrotta  $2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e$  olayı gerçekleşir. Çünkü  $Cl^-_{(aq)}$  iyonundan elektron koparmak  $O^{2-}_{(aq)}$  iyonundan elektron koparmaktan daha kolaydır.

**Soru:** Verilen pil şemasında  $Zn_{(k)}/Zn^{2+}(1M) // Cu^{2+}(1M)/Cu_{(k)}$  her iki elektrodun (Zn ve Cu) yerine

karbon elektrotlar kullanılırsa pil gerilimi nasıl değişir?

$$(E^o_{(Cu^{2+}/Cu_{(k)})} = 0.337V, E^o_{(Zn^{2+}/Zn_{(k)})} = -0.7628 V)$$

- Artar
- Azalar
- Sıfır olur

Cevabınızın nedeni:.....

Öğrencilerin sorulara verdiği cevaplar incelendiğinde deney ve kontrol grubunda ön testlerde boş bırakılan sorular ve yanlış cevapların olduğu, son testte soruların çoğunlukla deney gruplarında cevaplandığı görülmüştür. Ön testte doygun sodyum klorür çözeltisinin elektrolizi ile ilgili soruda hem deney grubunda hem de kontrol grubunda öğrencilerin yarısından fazlası yanlış yapmıştır. Bu sorunun doğru cevabı b şıkkıdır. Örnekteki soru ile ilgili ön testte verilen doğru cevaplar ( $n_k = 21$  ;  $n_d = 22$ ) şeklinde iken son testte doğru cevaplayanlar deney grubunda daha fazladır ( $n_k = 23$  ;  $n_d = 45$ ). Son test cevap kâğıtları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinden bir kısmının cevap kağıdı üzerine yazdıkları şu şekildedir.  $Cl^-$  iyonu ile  $O^{2-}$  iyonlarının en son yörüngesindeki bir elektrona uyguladıkları çekim kuvvetlerini kıyasladıkları ( ${}_8O^{2-} 1S^2 2S^2 2P^6$  ( $F_1 = k \cdot q \cdot x / 2^2 = k \cdot x \cdot x / 2$ );  ${}_{17}Cl^- 1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6$  ( $F_2 = k \cdot q \cdot x / 3^2 = k \cdot q \cdot x / 9 = k \cdot q \cdot x \cdot 1,89$ ))  ${}_8O^{2-}$  iyonunda en son yörüngedeki her hangi bir elektrona 2.0 birimlik bir çekim kuvveti uygulanırken,  $Cl^-$  iyonunda 1.89 birimlik bir çekim kuvveti uygulanmaktadır. İkinci örnek soruda doğru cevap c şıkkıdır. Ön testte kontrol ve deney gruplarından a şıkkını işaretleyenler neden olarak çinkonun bakırdan daha aktif olduğunu, b şıkkını işaretleyenler ise pil çalıştığında bakır derişimi azalacağından pil geriliminin azalacağını belirtmişlerdir. Ön ve son testte bu soruya c şıkkını işaretleyenler cevap gerekçesi olarak şunları yazmışlardır: Pilin çalışması için  $Zn_{(k)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(k)}$  pil reaksiyonu bu şekilde olmalıdır. Ancak karbon elektrot kullanıldığında ortamda metalik çinko (Zn) bulunmayacağından bu reaksiyon gerçekleşmez ve bu nedenle pil gerilimi sıfır olur.

### 2.3. Uygulama Basamakları

Gruplardan rastgele birisi deney, diğeri kontrol grubu olarak seçilmişlerdir. Deney grubu öğrencilerine PDÖ yaklaşımı ve uygulama basamakları hakkında bilgi verilmiştir. Laboratuvar dersi içeriğinde, deney grubu öğrencilerine elektroliz ve pil konularında PDÖ stratejisine uygun olarak ders işlenirken, kontrol grubuna geleneksel yöntemle uygun ders işlenmiştir. Ön test uygulandıktan sonra uygulamalar aşağıdaki şekilde yürütülmüştür. Araştırmacı tarafından hazırlanmış ve uygulamada kullanılan PDÖ senaryosu, öğrencilerin laboratuvar derslerinde yapacakları deneyler sonucunda yorumlar yapabilecekleri düzey ve içerikte hazırlanmıştır.

PDÖ uygulamaları ön test ve son test uygulamalarının dahil edilmediği beş haftalık ders saatinde planlanmış ve beş oturumda uygulanmıştır.

1. Oturum: Deney grubu öğrencilerine elektroliz ve pille ilgili hazırlanan ve ekte sunulan problem senaryosu verilmiş, dörderli gruplara ayrılarak araştırma yapmaları istenmiştir. Öğrenciler rastgele yöntemle gruplara ayrılmıştır. Ayrıca haftalık deney programı çerçevesinde saf suyun elektrolizi isimli deney yapılmıştır.

2. Oturum: Deney grubu öğrencilerinin verilen problem senaryosu ile ilgili yaptığı araştırmalar değerlendirilmiş, grup içerisinde bilgi alış veriş gerçekleştirilmiş ve sınıf içinde tartışma yapılmıştır.

1. Oturumda yapılan suyun elektrolizi deney raporları incelenmiş, eksiklikler belirlenmiş ve öğrencilerden bunları yapmaları istenmiştir. Ayrıca haftalık deney programı çerçevesinde doymuş NaCl tuz çözeltisi elektrolizi isimli deney yapılmıştır.

3. Oturum: Deney grubu öğrencilerinin senaryo için hazırladıkları literatür araştırması ve çözüm önerileri değerlendirilmiş ve sınıf içi tartışması yapılmıştır. Ayrıca 2. Oturumda yapılan doymuş NaCl tuz çözeltisi elektroliz deney raporları incelenmiş ve gerekli öneriler belirtilmiştir. Bunların dışında haftalık deney sırası içerisinde yer alan doymuş  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  çözeltisi elektroliz deneyi yapılmıştır.

4. Oturum: Öğrenciler yaptıkları araştırmalarda edindikleri yeni bulguları grup arkadaşlarıyla paylaşmışlar, öğrenciler tarafından diğer oturumlarda yapılan deneyler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve sonuçları arasındaki ilişkiye dikkat çekilmiştir. Ayrıca 4. oturumda doymuş  $\text{CuSO}_4$  çözeltisinin elektrolizi deneyi yapılmıştır.

5. Oturum: Deney grubu öğrencileri, senaryo ile ilgili çözüm önerilerini son olarak grup içi ve gruplar arası tartışma yaparak değerlendirmişlerdir. Ayrıca 1.2.3. ve 4. oturumlarda yapılan deneyler ve sonuçları son bir defa daha değerlendirilmiştir. Ayrıca pil yapımı deneyi gerçekleştirilmiş ve yapılan diğer deneylerle arasındaki ilişkiye vurgu yapılmıştır.

Kontrol grubunda ise sırasıyla suyun elektrolizi, doymuş tuzlu suyun elektrolizi (NaCl), doymuş  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  çözeltisinin elektrolizi, doymuş  $\text{CuSO}_4$  çözeltisinin elektrolizi ve pil yapımı deneyleri, anlatım ve soru-cevap tekniğini içeren geleneksel öğretim yöntemi kullanılarak elektroliz konuları anlatılarak öğrencilerin deney yapmaları ve rapor vermeleri istenmiştir. 6. Haftada deney ve kontrol gruplarına eş zamanlı olarak son testler uygulanmıştır.

### 2.4. Verilerin Analizi

PD öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre elektroliz ve pil konusunda öğrenci başarısına etkisini test etmek amacıyla kovaryans (ANCOVA) analizi kullanılmıştır. Kovaryans analizi (ANCOVA), bir araştırmada etkisi test edilen faktörlerin dışında, bağımlı değişkenle ilişkisi bulunan değişken ya da değişkenlerin istatistiksel olarak kontrol edilmesi amacıyla kullanılır. Bu çalışmada BİBT (Bilimsel İşlem Beceri Testi) puanları, kontrol değişkeni olarak analize alınmış ve grupların BİBT'ne göre düzeltilmiş EBT (Elektrokimya Başarı testi) son test ortalama puanları arasındaki farkın anlamlılığı test edilmiştir. Gruplarda öğrencilerin Kimya dersine olan tutum farkına bakmak için t testi analizi kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

Verilerin gerekli varsayımları karşılayıp karşılamadıkları yapılan ön istatistik analizleriyle kontrol edilmiş ve istatistik analizlerin anlamlılık düzeyi  $p=0,05$  olarak alınmıştır. Bulgular problem cümlesinde ve alt problem cümlelerinde belirtilen sorular sıralamasında sunulmuştur..

Kontrol ve Deney gruplarının PD öğretim stratejisinin uygulanması öncesi ve sonrasındaki tutum puanlarının anlamlı olarak farklılaşmış farklılaşmadığının belirlenmesi amacıyla ilişkili t testi (Tablo 2) kullanılmıştır. Kontrol ve Deney gruplarının tutum puanları arasında fark olup olmadığının belirlenmesi amacıyla ilişkisiz t testi kullanılmıştır. Her iki grup için t-testi sonuçları Tablo 1 ve 2’de verilmiştir.

1. Altprobleme ait bulgular Tablo 1 de verilmiştir.

**Tablo 1: Öğrencilerin Kimya Ön Test-Son Test Tutum Puanlarının İlişkili t Testi Sonuçları**

| Grup    | KTÖ     | N  | $\bar{X}$ | S    | t      | sd | p     |
|---------|---------|----|-----------|------|--------|----|-------|
| Kontrol | ÖnTest  | 49 | 49,38     | 3,82 | 1,859  | 48 | 0,069 |
|         | SonTest | 49 | 48,43     | 3,65 |        |    |       |
| Deney   | ÖnTest  | 47 | 48,13     | 3,57 | -5,721 | 46 | 0,000 |
|         | SonTest | 47 | 52,30     | 4,18 |        |    |       |

Tablo 1 incelendiğinde Kontrol grubu öğrencilerin geleneksel öğretim metodu uygulanmadan önceki tutum puanları ile uygulama yapıldıktan sonraki tutum puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır [t (48)=1,859, p>0,05]. Deney grubundaki öğrenciler ise uygulamadan önceki tutum puanları ile uygulamadan sonraki tutum puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur [t (46)=-5,721, p<0,05].

2. Altprobleme ait bulgular Tablo 2 de verilmiştir.

**Tablo 2: Öğretim Metoduna Göre Öğrencilerin Kimya Ön Test-Son Test Tutum Puanlarının İlişkisiz t - Testi Sonuçları**

| KTÖ     | Grup    | N  | $\bar{X}$ | S    | t      | sd | p     |
|---------|---------|----|-----------|------|--------|----|-------|
| ÖnTest  | Kontrol | 49 | 49,39     | 3,82 | 1,668  | 94 | 0,099 |
|         | Deney   | 47 | 48,18     | 3,55 |        |    |       |
| SonTest | Kontrol | 49 | 48,43     | 3,65 | -4,839 | 94 | 0,000 |
|         | Deney   | 47 | 52,55     | 3,93 |        |    |       |

PD öğrenme stratejisi uygulanmadan önce kontrol ve deney grupları arasında öğrencilerin Kimya dersine yönelik tutum puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır [t (94) =1,668, p>0,05]. Kontrol ve deney gruplarının son test tutum puanları arasında anlamlı bir fark vardır [t (94) = -4,839, p<0,05].

3. ve 5. Altproblemlere ait bulgular Tablo 3 de verilmiştir.

Uygulama öncesi her iki gruba Elektrokimya Başarı Testi (EBT) uygulanmış ve iki grubun ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır [t (94)= -0,552, p>0,05]. Bilimsel İşlem Beceri Testi puanları yönünden Gruplar arasında ise anlamlı bir fark bulunmuştur [t (48)=2,075, p<0,05].

**Tablo 3:Gruplara Göre Öğrencilerin EBT Ön test ve BİBT Puanlarının ilişkiz t Testi Sonuçları**

| EBT        | Grup    | N  | $\bar{X}$ | S    | t      | sd | p     |
|------------|---------|----|-----------|------|--------|----|-------|
| EBT OnTest | Kontrol | 49 | 5,71      | 2,65 | -0,552 | 94 | 0,582 |
|            | Deney   | 47 | 6,00      | 2,41 |        |    |       |
| BİBT       | Kontrol | 49 | 23,37     | 4,36 | 2,075  | 94 | 0,041 |
|            | Deney   | 47 | 21,47     | 4,61 |        |    |       |

4. Altprobleme ait bulgular Tablo 4 ve 5 de verilmiştir.

İki farklı öğretim yönteminin öğrenci başarılarındaki etkisini karşılaştırmak için ortak değişkenli varyans analizi kullanılmıştır. Analizde öğrencilerin Bilimsel İşlem Beceri puanları ortak değişken olarak alınmıştır. Analiz sonuçları ve Tablo 4 ve Tablo 5' te sunulmuştur.

**Tablo 4: Gruplara göre EBT Son Test, Düzeltilmiş EBT SonTest Puanları Ortalamaları ve Standart Sapmaları**

| Grup    | N  | EBT SonTest |      | Düzeltilmiş EBT SonTest |      |
|---------|----|-------------|------|-------------------------|------|
|         |    | $\bar{X}$   | S    | $\bar{X}$               | SH   |
| Kontrol | 49 | 7,65        | 2,71 | 7,53                    | 0,39 |
| Deney   | 47 | 12,22       | 2,80 | 12,34                   | 0,40 |

PD öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerin elektroliz ve pil konularındaki başarı düzeylerine anlamlı bir etkisi vardır [F (1, 93)=72,581, p<0.05](Tablo 5). İki farklı öğretim modelinin uygulandığı deney ve kontrol grubu öğrencilerinin elektroliz ve pil konularında elektrokimyaya ait başarı puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farkın olması, bu gruba uygulanan probleme dayalı öğrenme yaklaşımından kaynaklandığı söylenebilir.

**Tablo 5:Deney ve Kontrol Grubunun BİBT Puanlarına Göre Düzeltilmiş EBT Son Test Ortalama Puanlarının ANCOVA Sonuçları**

| Değişken | Varyansın Kaynağı | $\sum X^2$ | sd | $\bar{X}^2$ | F      | p     |
|----------|-------------------|------------|----|-------------|--------|-------|
| Başarı   | Model             | 530,686    | 2  | 265,343     | 36,340 | 0,000 |
|          | BİBT (Reg.)       | 31,921     | 1  | 31,921      | 4,372  | 0,039 |
|          | Öğretim Yöntemi   | 529,963    | 1  | 529,963     | 72,581 | 0,000 |
|          | Hata              | 679,053    | 93 | 7,302       |        |       |
|          | Toplam            | 10591,000  | 96 |             |        |       |

#### 4. YORUM/ TARTIŞMA

Bu çalışmada, Kimya Laboratuvarı dersinde uygulanan PDÖ yaklaşımının ve geleneksel öğretim yaklaşımının öğrencilerin elektroliz ve pil konusundaki başarılarına ve kimyaya karşı olan tutumlarına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırmanın dördüncü alt 'Elektroliz ve pil' konularının öğretiminde probleme dayalı öğrenme (PDÖ) yaklaşımının uygulandığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin başarı düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?' şeklinde idi. Bunun sonucunda her iki grubun Elektrokimya Başarı Testinden (EBT) aldıkları ön test puanları ve daha sonra da her iki grubun son test puanları karşılaştırılmıştır. Tablo3 incelendiğinde probleme dayalı öğrenme (PDÖ) yaklaşımının uygulandığı deney grubu öğrencilerinin uygulamadan önce aldığı Elektrokimya Başarı Testi (EBT) ön test puanı ortalaması ( $\bar{x} = 6.00$ ) iken kontrol grubu öğrencilerinin ön test puan ortalamasının ( $\bar{x} = 5.71$ ) olduğu görülür. Her iki grubun ortalaması birbirine çok yakındır.Puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı ilişkisiz t testi ile yapılmıştır. Deney grubu EBT ön test puanları ile kontrol grubu ön test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır [ $t(94) = -0,552, p>0,05$ ] (Tablo 3).Elde edilen bu sonuca göre probleme dayalı öğretim yaklaşımı uygulanmadan önce elektroliz ve pil konularında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön bilgilerinin aynı düzeyde olduğu söylenebilir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Bilimsel İşlem Beceri Testi (BİBT) puanları arasında ise anlamlı ( $t(48) = 2,075, p<0.05$ )(Tablo 3) bir fark olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuç öğrencilerin Elektrokimya Başarı Testi (EBT) puanları için güçlü bir belirleyici olduğunu gösterebilir. İki farklı öğretim yönteminin öğrenci başarısına etkisini karşılaştırmak için ortak değişkenli varyans analizi kullanılmış ve Bilimsel İşlem Beceri puanları ortak değişken olarak alınmıştır. Tablo 4 de deney ( $\bar{x} = 12.22$ ) ve kontrol ( $\bar{x} = 7.65$ ) grubu öğrencilerin son test puan ortalamaları, Tablo 5' te de her iki grubun BİBT puanlarına göre düzeltilmiş EBT son test ortalaması ile ANCOVA sonuçları verilmiştir. PDÖ yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerin elektroliz ve pil konularındaki başarı düzeylerine anlamlı bir etkisi vardır [ $F(1, 93) = 72,581, p<0.05$ ](Tablo 5).Bu sonuç öğrencilerin PDÖ aktivitelerindeki araştırmalarını günlük yaşantılarıyla daha çok bağdaştırmaları ile açıklanabilir. Larive (2004) Analitik Kimya Laboratuvarı dersinde Sağır ise (2009) Genel Kimya Laboratuvarı dersinde, metalik aktiflik konusunun öğretilmesinde PDÖ yaklaşımını uygulamışlar ve öğrenci başarısında pozitif değişim gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca PDÖ yaklaşımının uygulandığı fen sınıflarında, öğrencilerin mantıksal düşünme becerisinin (Yaman,2005) ve yaratıcı düşünme becerisinin geliştirilmesinde( Yaman ve Yalçın, 2005), öğrenciye nasıl öğreneceğini öğretmek akademik başarısını geliştirmesinde (Sungur ve Tekkaya, 2006), problem çözme becerilerinin kazandırılmasında etkili olduğu (Kaptan ve Korkmaz,2001), öğrenmeye karşı öğrenci motivasyonunu artırdığı (Ram,1999; Walker, 2001; Selco e al, 2003; Ying,2003; Açıkıldız,2004; Tavukcu, 2006; Sungur ve Tekkaya,2006; Sungur vd.,2006 ) yapılan bazı çalışmalarda belirtilmiştir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin öğretim metodu (PDÖ) uygulanmadan önceki tutum puanları ile uygulama sonrası tutum puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır [ $t(48) = 1,859, p>0,05$ ](Tablo 2).Geleneksel öğretim metodunun öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarında bir değişikliğe neden olmadığı ortaya çıkmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında uygulamanın başlangıcında kimyaya karşı tutumlarında ([ $t(94) = 1, 668, p>0,05$ ](Tablo 1) istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı görülmektedir. Deney grubundaki öğrencilerin probleme dayalı öğrenme stratejisi uygulanmasından önceki tutum puanları ile uygulama sonrası tutum puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur [ $t(46) = -5,721 p<0,05$ ] (Tablo 2).PD öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin Kimya Dersine yönelik tutumlarında olumlu yönde bir artışa neden olmuştur. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kimyaya karşı tutumları başlangıçta aynı iken PD öğrenme stratejisi uygulanması sonrası deney grubu lehine ( $t(94) = -4,839, p<0,05$ )(Tablo 1) farklılık göstermektedir.Bu bulgu deney grubunda uygulanan yöntemin (PDÖ) öğrencinin Kimya Dersine karşı tutumunun pozitif yönde değişmesi hususunda önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, literatür verileriyle uyusmaktadır. (Springel et al.,1999; Visser,2002; Tavukcu, 2006; Bayrak, 2007, Deveci (2002), Şalgam (2002), Akpınar ve Ergin (2005), Çiftçi, Meydan ve Ektem (2007), Uslu (2006), Demirel ve Arslan(2010)).Larive (2004) Analitik Kimya Laboratuvarı dersinde, Tüysüz (2010) gazlar konusunun öğretiminde PDÖ yönteminin uygulandığında öğrencilerin kimyaya karşı tutumlarında pozitif değişim gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Bu sonuç PDÖ'nün öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde değiştirdiğini göstermektedir. Bu bulgu öğrencilerin PDÖ uygulamalarından zevk almaları ve uygulamalardaki yüksek motivasyonları ile açıklanabilir. Grup çalışmalarında merak ettikleri bir



problemin peşinden koşmaları öğrencilere ayrı bir heyecan vermiş olabilir. Öğrencilerin grup çalışmalarında kendilerini ifade etme şansı bulmaları, grup halinde aynı konu etrafında beraberce düşünceleri, PDÖ yaklaşımında düzenlenen dersleri daha cazip hale getirebilir. PDÖ ortamları öğrencilerin öğrenmeye karşı motivasyonlarını artırdığından bu durum, derse karşı olan tutumlarında pozitif bir değişimin meydana gelmesine etki edebilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Pil ve elektroliz konularının öğretimi ile ilgili olarak tasarlanan araştırmanın başında elektrokimya bilgisi ve kimyaya karşı tutumları bakımından denk olan gruplarla çalışılmıştır. Deneysel çalışma sonucunda, probleme dayalı öğrenme (PDÖ) yaklaşımının geleneksel yaklaşıma göre öğrenci başarısının artmasında daha etkili olduğu görülmüştür. Bu bulgu, geleneksel yöntemle kıyasla probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin Kimya Dersindeki başarılarını daha çok artırdığını göstermektedir.

Öğrencilerin Kimya Dersine karşı tutumlarını belirlemek amacıyla kimya tutum ölçeği uygulanmıştır. Kimya tutum ölçeğinden elde edilen bulgular, probleme dayalı öğrenme yaklaşımının uygulandığı deney grubu ile geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubu arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğunu göstermektedir. Bu sonuç, PDÖ'nün öğrencilerin tutumlarında olumlu yönde değişiklik meydana getirdiğini göstermektedir.

Fen öğrenme gerekçelerimiz arasında; kendimizi tanımak, içinde yaşadığımız evreni(çevremizi) tanımak, çevremizle aramızdaki ilişkileri koordine etmek ve çevremize hükmetmek gibi nedenler sayılabilir. Fen öğretimi bir nevi gerçek hayatı öğrenmektir. Üniversite eğitimi; sorunlarla başa çıkabilen, sorunlara çözüm önerileri ortaya koyabilen, bir nevi sorun çözen bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Gerçek hayatta düşünen, soran, sorgulayan, araştıran ve karşılaştığı problemlere çözüm üreten bireyler başarılı olabilmektedir. Probleme dayalı öğretim sisteminde düşünme, sorgulama, araştırma ve üretime geçiş bir bütünlük içinde işlemektedir. Günümüz teknolojisinde probleme dayalı öğretim yönteminin uygulandığı öğrenme-öğretme ortamlarında daha nitelikli bireylerin yetişeceği beklenmektedir. Öğrencilerin daha önceden öğrendiği bilgileri yeni durumlara uyarlamasına imkan verdiği için bilginin esnekleşmesine katkıda bulunur. PD öğrenme yaklaşımı, sorunlara çözüm üretme becerisinin gelişimini pozitif etkilemesi hem de öğrenmede sentez ve uygulama basamağına geçiş imkanı vermesi nedeniyle uygulanabilir bir yöntemdir. Fen derslerinde yaşantı yoluyla öğrenme esas olduğu için PDÖ anlayışı ağırlıklı olarak kullanılmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Acar, B.,(2004). Analysis of an assesment method for problem-based learning. *European Journal of Engineering Education*, 29(2), 231-240.
- Açıkyıldız, M.(2004). Probleme Dayalı Öğrenmenin Fizikokimya Laboratuvarı Deneylerinde Etkinliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Allsop, R.T. & George,N.H.(1982). Redox in nuffield advanced chemistry. *Education in Chemistry*, 1957-59.
- Akpınar, E. ve Ergin, Ö. (2005). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımına yönelik öğrenci görüşleri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6 (9), 3-14.
- Aydoğdu, C.,(2001). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 19: 29 – 31
- Aydoğdu, C.(2003). Kimya eğitiminde yapılandırıcı metoda dayalı laboratuvar ile doğrulama metoduna dayalı laboratuvar eğitiminin öğrenci başarısı bakımından karşılaştırılması, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 25 :14-18
- Barrows, H.S and RM Tamblyn(1980). *Problem – Based Learning-And Approach Medical Education* (Springer Publishing Co, Newyork)
- Bayrak, R.(2007). Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Katılar Konusunun Öğretimi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Boud, D. &Fletti, G.I.(Edi.)(1991). *The challenge of Problem-Based learning*. London:Kogan page.
- Bütün, E.(2005). Teaching genetic algorithms in electrical engineering education A problem-based learning approach. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 42(3), 223-455.
- Chambers, S.K. & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest and experience in electricity and conceptual change text manipulation in learning about direct current, *Journal of Research in Science Teaching*, 34,107-123.
- Çiftçi, S., Meydan, A. ve Ektem Sönmez I. (2007). Sosyal bilgiler öğretiminde probleme dayalı öğrenmeyi kullanmanın Öğrencilerin başarısına ve tutumlarına etkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*,17,179-190.
- Dahlgren M.A., Castensson, R. and L.O. Dahlgren. (1998). PBL from the teachers' perspective, *Conceptions of the tutor's role within problem based learning*, *Higher Education*, 36, 437-44

- Dale, P., M. and Balloti, E. (1997). An Approach to Teaching Problem Solving in The Classroom. *College Student Journal*, Vol 31, Issue 1, 40-76.
- Deveci, H. (2002). Sosyal bilgiler dersinde probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin derse ilişkin tutumlarına, akademik başarılarına ve hatırlama düzeylerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Demirel, M ve Arslan, T., B. (2010). Probleme dayanan öğrenmenin başarıya, tutuma, bilişötesi farkındalık ve güdü düzeylerine etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi dergisi*, 38, 55-66.
- Dods, R. F. (1996). A problem-based learning designing for teaching biochemistry, *Journal of Chemical Education* 73(3), 225-228.
- Dutch B. (1995). Problems: A Key Factor in PBL. Center For Teaching Effectiveness. Web Edition, 1
- Gaenett, P.J. & Treagost, D.F. (1992a). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electric circuits and oxidation-reduction equation. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 121-142.
- Gaenett, P.J. & Treagost, D.F. (1992b). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electrochemical (galvanic) and electrolytic cell. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 121-142.
- Goodnough, K. (2005). Issues in modified problem-based learning: A self-study in pre-service science-teacher education. *Canadian Journal of Science, Mathematics, & Technology Education*, 5(3), 289-306.
- Hmelo C. and Silver, E., (2004). Problem based learning; what and how do students learn? *Educational Psychology Review*. 16 (39), pp. 235-263.
- Herron, J.D. (1990). Research in chemical education: results and directions in M. Gardner, J.G. Greeno, F. Reif, A.H. Schoenfeld, A. Disessa & E. Stage (Eds.), *Toward A Scientific Practice of Science Education*, (pp. 31-54) Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kaptan, F ve Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 191-192
- Kelly, P.A., Haidet, P., Schneider, V., Searle, N., Sedel, C.L., & Richards, B.F. (2005). A comparison of in-class learner engagement across lecture, problem-based learning, and team learning using the STROBE classroom observation tool. *Teaching & Learning in Medicine*, 17(2), 112-118.
- Larive, C. K. (2004). Problem-based learning in the analytical chemistry laboratory course. *Analytical & Bioanalytical Chemistry*, 380(3), 357-359.
- Lawrance, K. S. (2006). Incorporating problem-based learning exercises into an environmental health curriculum. *Journal of Environmental Health*, 68(9), 43-47.
- Li-Ling, H. (2004). Developing concept maps from problem-based learning scenario discussion. *Journal of Advanced Nursing*, 48(5), 510-518.
- Major C. H. and Baden, M.S. (2000). Issues in Problem-Based Learning: A Message from Guest Editors. *Journal on Excellence In College Teaching*, U.S.A.: Web Edition, 1-14.
- Miller, S. (2003). A comparison of student outcomes following problem-based learning instruction versus traditional lecture learning in graduate pharmacology course. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*, 15(12), 550-556.
- Gaenett, P.J. & Treagost, D.F. (1992a). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electric circuits and oxidation-reduction equation. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 121-142.
- Gaenett, P.J. & Treagost, D.F. (1992b). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electrochemical (galvanic) and electrolytic cell. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 121-142.
- Parim, G. (2001). Problem tabanlı öğretim yaklaşımı ile DNA, kromozom ve gen kavramlarının öğrenilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pastirik, P.J. (2006). Using problem-based learning in a large classroom. *Nurse Education in Practice* 6, 261-267.
- Peterson F. and D. Eaguest. (1998). Learning to teach primary science through problem based learning. *Science Education*. 82, pp. 215-237.
- Pınarbaşı, T. (2002). Çözünürlük İlgili Kavramların Anlaşılmasında Kavramsal Değişim Yaklaşımının Etkinliğinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Ram, P. (1999). Problem-based learning in undergraduate education. A sophomore chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 76(8), 1122-1126.
- Rhem J. (1998). *Problem-Based Learning: An Introduction*. The National Teaching & Learning Forum. U.S.A. Oryx Pres, 1-4.
- Riberio, L.R. & Mizukami, M.G. (2005). Problem-based learning: A student evaluation of an implementation in post graduate engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 137-149
- Saban, A. (2000). *Öğrenme Öğretme Süreci*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Sanger, M.J. & Greenbowe, T.G. (1997). Common student misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolytic and concentration cell. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.
- Sağır, Ş.U., Çelik, A.Y. & Armağan, F.Ö. (2009). The Effect of problem-based learning strategy in metallic activity subject teaching. *Hacettepe University Journal Education*, 36, 283-293.
- Şalgam, E. (2002). Fizik eğitiminde probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Schultz, N. & Christensen, H. P. (2004). Seven-step problem-based learning in an interaction designing course. *European*

- Journal of Engineering Education, 29(4), 533-541.
- Selco, J.I., Roberts, J.L. & Wacks, D.B. (2003). The Analysis of Seawater: A Laboratory-Centered learning Project in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 80, 54-57
- Springer, L., Stanne, M.E. & Donovan S.S. (1999). Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, Engineering and technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 69(1), 21-51.
- Streichert, L.C., O Carrol, P.W., Gorden, P.R., Stevermer, A.C., Turner, A.M. & Nicola, R.M. (2005). Using problem based learning as a strategy for cross-discipline emergency preparedness training. *Journal of Public Health Management & Practice*, 11, 95-99.
- Sungur, S. & Tekkaya, C. (2006). Effects of problem-based learning and traditional instruction of self-regulated learning. *The Journal of Education Research*, 99(5), 307-317.
- Sungur, S., Tekkaya, C. & Geban, Ö. (2006). "Improving achievement through problem-based learning". *Journal of Biological Education*, 40 (4), 155-160.
- Şenocak, E. (2005). Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Maddenin Gaz Hali konusunun öğretimine etkisi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Tarhan, L. & Acar, B. (2007). Problem-based learning in a eleventh grade chemistry class: Factors affecting cell potential. *Research in Science & Technological Education*, 25(3), 351-369.
- Tatar, E. (2007). Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Termodinamiğin I. Kanununu Anlamaya Etkisi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye
- Tavukcu, K. (2006). Fen Bilgisi Dersinde Probleme Dayalı Öğrenmenin Öğrenme Ürünlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak, Türkiye.
- Torp, T. (1997). What is Problem-Based Learning? *Wingspread Journal*. Web Edition, 1-5
- Tüysüz, C., Tatar, E., ve Kuşdemir, E. (2010). Probleme Dayalı Öğrenmenin Kimya dersinde Öğrencilerin Başarı ve Tutumlarına Etkisinin incelenmesi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, cilt7, sayı 13, 48-55.
- Uslu, G. (2006). Ortaöğretim matematik dersinde probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin derse ilişkin tutumlarına, akademik başarılarına ve kalıcılık düzeylerine etkisi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Walker, J.T. (2001). The Effect of a Problem Based Learning Curriculum on Students' Perceptions About Self Directed Learning, Unpublished Phd. Thesis, The University of Mississippi.
- West, Steve A. (1992). "Problem-Based Learning-A Viable Addition For Secondary School Science". *School Science Review*, Jun 73 (265)
- Winning T.; Skinner V.; Townsend G.; Drummond B.; Kieser J. (2003). Developing pbl packages internationally: an evaluation of outcomes. *Innovations In Education And Teaching International*. Vol 41. No:2, , pp. 125-144
- Visser, Y.L. (2002). Effects of Problem-Based and lecture-based instructional strategies on problem solving performance and learner attitudes in a high school genetics class. The 2002 Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA. <http://www.learndev.org/d/era-pbl-ylv.pdf>
- Ying, Y. (2003) Using Problem-Based Teaching and Problem-Based learning to Improve The Teaching of Electrochemistry, *The China Papers*, July, 42-47
- Yaman, S. & Yalçın, N. (2005). Fen Bilgisi öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının yaratıcı düşünme becerisine etkisi. *İlköğretim – Online*, 42-52.
- Yu-chen H. (1999). Evaluation theory in problem based learning approach. ERIC Clearinghouse on Education Management.

### EK: PDÖ SENARYOSU

Yıl 2023. Türkiye Cumhuriyeti Devletinin 100. kuruluş yılı dönümüdür ve Türkiye Cumhuriyeti dünyanın süper gücüdür. Devletimizin uzay araştırma merkezinde, Türk uzay araştırmacıları tarafından 2010 yılında Güneş Sisteminde keşfedilen ve Türk Dünyası ismiyle anılan gezegende kurulacak Yavuz isimli Türk uzay üssü için hummalı bir çalışma vardır. Yeni keşfedilen gezegende bol miktarda su ve atmosferinde de bol miktarda SO<sub>3</sub>(g) gazı ve H<sub>2</sub>O(g) bulunmaktadır. Türk Dünyası isimli yeni gezegenin kuzeyinde bol miktarda bakır ve altın madeni, güney kutbunda da bol miktarda kostik yatakları mevcuttur. Güney kutbuna yakın bölgedeki Ertuğrul Gazi Denizi bol miktarda sodyum sülfat, kuzey kutbunda bulunan ve gezegenin 1/3'ünü kaplayan Horasan Erenleri isimli deniz ise bol miktarda bakır sülfat içermektedir. Gezegende fosil ve radyoaktif yakıtlar mevcut değildir. Türk araştırmacılar devletimizin kuruluşunun 100.yılı şerefine uzayın derinliklerine yeni keşifler yapmak istemekteler ancak karşılına yakıt sorunu çıkmaktadır. Yaşadığımız çağda ulaşılan teknoloji ile yapılan araçlarla ancak 2010 yılında keşfedilen Türk Dünyası Gezegene kadar gidilebilmektedir. Sizler, Türk Uzay Araştırma Kurumunda görevli birer araştırma grubu olarak çalışmaktasınız. Uzay araştırma kurumu yönetimince, bütün araştırma grupları tarafından Türk Dünyası gezegenindeki enerji probleminin gezegende enerji kaynaklarının kullanılarak çözülebileceği birer proje hazırlamanız istenmektedir. Önerilen projelerde çevre sorunlarına neden olmayacak koşulların sağlanması özellikle istenmektedir.

### Extended Abstract

In the 20th century, especially within the last quarter of the century, very important changes and transformations happened in the world. Various socio-economic developments and fast and comprehensive changes in technology lie at the foundation of these changes and transformations. As a result of the mentioned changes, an explosion of information happened in the world and within the last 30-40 years more information has been produced than the total previous history of the human kind. The speed of information production has increased to a dazzling speed in recent years. In order to survive in an ever changing world where science and technology advances continuously, individuals need to develop skills such as critical and creative thinking, using a collective mind, making information more flexible, and problem solving. For every problem that individuals may face during the development process, they need these skills to search for effective and productive solutions and coming up with new products. Nowadays, for the development of societies in an economic system based on competition, education is gaining more importance to educate skilled individuals. In this sense, student-centered contemporary learning methods that allow for different ways of thinking and tolerate new environments and ease the adaptation to new environments are being used. Research about cognitive domain reveals that students learn better when they actively engage in the learning process. Because of this, in the learning event, learning approaches that show how to reach information sources, how to obtain knowledge, how to evaluate knowledge and how to acquire knowledge through life experiences and use it in problem solving can be applied. One of these learning approaches is called problem-based learning.

In this study, the relationship between problem-based learning and conceptions of undergraduate students in the Science Education Program about one of electrochemistry subjects, namely electrolysis and battery. Also experimental group students' achievement in electrolysis and battery subjects and effects of variables in applied methods has been investigated. This study is conducted with an experimental design. The researcher has taught laboratory classes from which he randomly selected control and experimental group students. In experimental groups problem based learning (PBL), in control groups, traditional teaching approaches were used to teach electrolysis and battery subjects in courses. The sample of the study is composed of 106 Hacettepe University, Division of Science education students enrolled in the 2010-2011 fall semester General Chemistry and General Chemistry Laboratory courses.

The data collection instruments included Science Process Skills Test (SPST), Chemistry Attitude Test (CAT) to measure students' attitudes towards chemistry, and Electrochemistry Achievement Test, used to measure students' knowledge in electrolysis and batteries. The achievement test included multiple choice and explanation requiring items. In every question, students were asked to explain their reasoning. In some questions, possible reasoning choices were provided while in other questions, students were asked to explain their reasoning. The 25 items achievement test was prepared based on the objectives and behaviors of the education program and applied to 2009-2010 2<sup>nd</sup> year Science Education Division students to give it its final form. Only the questions that were answered right and provided with right reasoning were accepted as right. The questions that did not have a right reasoning were considered as wrong. The reliability factor of the test was found to be 0.69. When selecting the items to be included in the final form, the difficulty and differentiation power of the items were considered. The final achievement test was applied as pre and post-tests.

To test the effect of PBL methods compared to the traditional teaching methods covariance (ANCOVA) analysis was used. Covariance analysis is used to statistically control whether there are variables that has a relation with the dependent variable other