

**'KİMYASAL KİNİTİK' KONUSUNUN ÖĞRETİMİNDE  
PROBLEME DAYALI ÖĞRETİM (PDÖ) MODELİNİN  
ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**Büşra KUZEY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi**

**Ana Bilim Dalı**

**Prof. Dr. Ahmet GÜRSES**

**2013**

(Her hakkı saklıdır)

T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI  
EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI  
**KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**'KİMYASAL KİNETİK' KONUSUNUN ÖĞRETİMİNDE PROBLEME  
DAYALI ÖĞRETİM (PDÖ) MODELİNİN ETKİNLİĞİNİN  
İNCELENMESİ**

(Investigation of Effectiveness of Problem Based Learning (PBL) Model on  
Teaching of the Subject of "Chemical Kinetics")

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Büşra KUZİY**

Danışman: Prof. Dr. Ahmet GÜRSES

**ERZURUM  
Eylül, 2013**

## KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Prof. Dr. Ahmet GÜRSES danışmanlığında, Büşra KUZHEY tarafından hazırlanan “‘Kimyasal Kinetik’ Konusunun Öğretiminde Probleme Dayalı Öğretim Modelinin Etkinliğinin İncelenmesi” başlıklı çalışma 26 / 09 / 2013 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından OFMA Eğitimi Ana Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Semra KARACA

İmza: 

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Ahmet GÜRSES

İmza: 

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Nurtaç CANPOLAT

İmza: 

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.. / .. / ..

22 Ekim 2013

  
Prof. Dr. H. Ahmet KIRKKILIÇ

Enstitü Müdürü



## TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “‘Kimyasal Kinetik’ konusunun öğretiminde Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) Modelinin etkinliğinin incelenmesi” başlıklı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla doğrularım.

Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim sadece Atatürk Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- Tezimin ..... yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

26 / 09 / 2013

  
Büşra KUZZEY

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### ‘KİMYASAL KİNETİK’ KONUSUNUN ÖĞRETİMİNDE PROBLEME DAYALI ÖĞRETİM (PDÖ) MODELİNİN ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ

Büşra KUZEY

2013, 90 sayfa

Bu çalışmada; probleme dayalı öğretim modeli esas alınarak deney yöntemi ile kimya eğitimi lisans öğrencilerine “Kimyasal Kinetik” konusunun öğretimi ve bu modelin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, “kontrolsüz ön ve son test” tabanlı araştırma deseni esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama esnasında, formal öğretim ortamında, sıralı düzende ve rastgele oluşturulmuş gruplar halindeki örneklem gruba, “kimyasal kinetik” konusu problematize edilerek sunulmuş ve deneysel çalışma araştırmacı rehberliğinde öğrenciler tarafından gerçekleştirilmiştir. Problem durumlar olarak; reaksiyonun hızı, hız denklemi ve reaksiyon hızı-sıcaklık ilişkisi seçilmiştir. Çalışmanın örneklemini, Atatürk Üniversitesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı Fizikokimya Laboratuvarı-I dersini alan 14 kız, 17 erkek olmak üzere toplam 31 öğrenci oluşturmaktadır. Uygulama 2011–2012 öğretim yılı güz yarıyılında; öğrencilerin 2’şerli gruplar halinde, her hafta iki grup ve ilerleyen haftalarda deney yapan öğrencilerin yeni deney yapacak gruba katılımları ile toplam on iki haftalık süreyle gerçekleştirilmiştir. Her deneyin başlangıç ve bitiminde ön ve son test olarak kimyasal kinetikle ilgili kavramsal başarı testi uygulanmış ve on iki haftanın sonunda da bir öncekilere kapsam olarak benzer bir test uygulanmıştır. Verilerin istatistiksel analizi  $\alpha=0,05$ ’lik önem düzeyinde, ön ve son test sonuçlarına dayalı olarak eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanarak yapılmıştır. Uygulama sonunda örneklem grubun başarı düzeyinde istatistiksel olarak pozitif yönde anlamlı bir farkın olduğu bulunmuştur. Buna göre, geleneksel laboratuvar uygulamaları yerine probleme dayalı öğretim modeline uygun deneysel uygulamaların öğrenci başarısı açısından daha etkili olduğu, öğrencilerde problem durumu tanımlama, ölçme, hipotez kurma ve sonuç çıkarma, kritik yapma gibi belli başlı bilimsel süreç becerilerinin gelişim düzeylerinin arttığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Probleme dayalı öğretim, Reaksiyon hızı, Hız denklemi, Bilimsel süreç becerileri, Fen okuryazarlığı.

## **ABSTRACT**

### **MASTER'S THESIS**

#### **INVESTIGATION OF EFFECTIVENESS OF PROBLEM BASED LEARNING (PBL) MODEL AT TEACHING OF THE SUBJECT OF “CHEMICAL KINETICS”**

**Büşra KUZEY**

**2013, 90 page**

The aim of this study is to teach the subject of “Chemical Kinetics” to the undergraduate chemistry students with the experimental method on the basis of ‘problem – based learning’ and to determine effect of the model on their academic successes. In order to see the influence of experimental method in accordance with problem – based learning model on student’s success, uncontrolled pre and post-tests based on the experimental research design has been applied. In application, chemical kinetics subject, which has been converted to real problematic situations such as reaction rate, rate equation and reaction rate-temperature relation, was instructed by using experimental method with the guidance of the researcher. The sampling group consists of 14 female, 17 male; total 31 students who participate in Physical Chemistry Laboratory course at Department of Chemistry, Ataturk University. The experimental study period was twelve weeks. The groups who formerly performed the planned experiment were included to new group and so generated more effective cooperative learning medium for groups. At beginning and end of each experimental study a conceptual achievement test related to chemical kinetics as pre and post-test was applied through twelve weeks. All tests applied during experimental period were similar to the previous test, in content. The statistical analyses of experimental data was done through paired sample test at  $\alpha=0,05$  significance level, depending on pre and post test results. At the end of this study it has been found that there is a meaningful difference between pre and post test results for the groups. As a result, it can be said that in laboratory courses and other teaching applications, the problem – based learning model is more effective than traditional instruction applications in terms of students’ achievement. Also this model may improve students’ scientific process skills such as problem-status identification, measuring, hypothesizing and criticizing.

**Key Words:** Problem-based learning, Reaction rate, Rate equation, Science process skills, Science literacy.

## **TEŐEKKÖR**

Eğitim bir ũlkenin temel iŐleyiŐinde can damarı unsurlardan biridir. Bu nedenle eğitim yazınında yapılan araştırmalar ũlke menfaatine bũyũk katkılar sağlayacaktır. Bu araştırmanın da ũlkemiz iÇin yararlı olması umuduyla...

AraŐtırmanın her adımında benden desteğini, emeğini, en ųnemlisi bilgisini ve tavsiyelerini esirgemeyen, daima sabırla, hassasiyetle, anlayıŐla yaklaŐan saygıdeğer hocam Prof. Dr. Ahmet GÖRSES'e sonsuz teŐekkũrlerimi sunarım.

Her anımda bana hassasiyetle ve anlayıŐıyla yaklaŐan aileme sevgilerimi sunuyorum.

**Erzurum-2013**

**BũŐra KUZEY**

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI .....	i
TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLOLAR DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix

## BİRİNCİ BÖLÜM

<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ).....	11
1.2. Kimyasal Kinetik .....	25
1.2.1. Derişim ve Hız.....	26
1.2.2. Hız Denklemleri ve Hız Sabitleri .....	28
1.2.3. Reaksiyon Hızlarının Kontrolü.....	33
1.2.4. Kataliz.....	38
1.2.5. Reaksiyon Mekanizmaları .....	42
1.2.6. Hız ve Denge .....	45
1.3. Araştırmanın Konusu ve Problemi.....	48
1.4. Araştırmanın Amacı.....	48
1.4.1. Alt Problemler ve Hipotezler.....	48
1.5. Araştırmanın Gerekçesi.....	49
1.6. Kabuller Sınırlılıklar .....	49
1.6.1. Kabuller: .....	49



1.6.2. Sınırlılıklar:.....	49
----------------------------	----

## İKİNCİ BÖLÜM

<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>50</b>
---------------------------------	-----------

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

<b>3. YÖNTEM.....</b>	<b>55</b>
-----------------------	-----------

3.1. Araştırmanın Modeli .....	55
--------------------------------	----

3.2. Örneklem.....	58
--------------------	----

3.3. Veri Toplama Araçları .....	58
----------------------------------	----

3.3.1. Kimyasal Kinetik Kavramsal Başarı Testi (Ön Test).....	58
---	----

3.3.2. Kimyasal Kinetik Kavramsal Başarı Testi (Son Test).....	58
--	----

3.4. Verilerin Toplanması .....	58
---------------------------------	----

3.5. Verilerin Çözümlemesi .....	60
----------------------------------	----

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>61</b>
--------------------------	-----------

## BEŞİNCİ BÖLÜM

<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>64</b>
----------------------------------	-----------

<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>68</b>
-----------------------	-----------

<b>EKLER.....</b>	<b>76</b>
-------------------	-----------

Ek 1 Kimyasal Kinetik Deneyi Kavram Testi (Ön Test).....	76
--	----

Ek 2 Kimyasal Kinetik Deneyi Kavram Testi (Son Test 1 ve Son Test 2).....	77
---	----

<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>79</b>
----------------------	-----------

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Aktif Öğrenme Stratejileri (Çelik ve diğerleri, 2005).....	5
Tablo 1.2. Katalizlenmiş ve katalizlenmemiş reaksiyonlar ve aktivasyon enerjileri.....	39
Tablo 4.1. Örneklem Grubundaki Kimya Eğitimi Lisans Öğrencilerinin Ön test ve Son test–1 Puanlarına İlişkin Eşleştirilmiş Örneklem İstatistikleri .....	61
Tablo 4.2. Örneklem Grubundaki Kimya Eğitimi Lisans Öğrencilerinin Son test–1 ve Ön test Puanlarına İlişkin Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi Sonuçları.....	62
Tablo 4.3. Örneklem Grubundaki Kimya Eğitimi Lisans Öğrencilerinin Son test–1 ve Son test–2 Puanlarına İlişkin Eşleştirilmiş Örneklem İstatistikleri .....	62
Tablo 4.4. Örneklem Grubundaki Kimya Eğitimi Lisans Öğrencilerinin Son test–1 ve Son test-2 Puanlarına İlişkin Eşleştirilmiş Gruplar t- Testi Sonuçları.....	63

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Ekzotermik bir reaksiyonun ilerleyişi. ....	34
Şekil 2. (a) Maxwell tarafından verilen dağılıma göre, birkaç gazın moleküler hızlarının aralığı. Bütün eğriler aynı sıcaklığa karşı gelir. (b) Aynı maddenin farklı sıcaklıklarda moleküler hızlarının aralığı. ....	35
Şekil 3. En az aktivasyon enerjisine ( $E_a$ ) eşit bir kinetik enerji ile çarpışan moleküllerin kesri, (her bir eğrinin altındaki gölgeli alanlarla temsil edilmektedir). ....	36
Şekil 4. HI ile $Cl_2$ moleküllerinin gaz fazındaki reaksiyonu. ....	37
Şekil 5. Katalizörlü ve katalizörsüz reaksiyonların aktivasyon enerjilerinin karşılaştırması ....	39
Şekil 6. $N_2O$ gazını $Cl_2$ gazı ile homojen katalizi. ....	40
Şekil 8. Enzimin substrat üzerine etkisinin temsili gösterimi. ....	41
Şekil 7. $N_2O$ 'nun altın yüzeyinde bozunmasına ilişkin önerilen model. ....	41
Şekil 9. İki basamaklı bir reaksiyona ait reaksiyon profili. ....	44
Şekil 10. Hız sabitleri ve denge sabiti arasındaki ilişki. ....	46
Şekil 11. a) Endotermik reaksiyon, b) Ekzotermik reaksiyon, Sıcaklık artışının; c) Endotermik bir reaksiyonun hızına etkisi, d) Ekzotermik bir reaksiyonun hızına etkisi. ....	47

## BİRİNCİ BÖLÜM

### 1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılın son çeyreğinde, dünya, temelinde evrensel boyutta çeşitli sosyoekonomik gelişmeler ile bilim ve teknoloji alanındaki kapsamlı değişmelerin yer aldığı çok önemli değişim ve dönüşümlere sahne olmuştur. Bu gelişmeler sonucunda tüm dünyada adeta bir bilgi patlaması olmuş, son otuz kırk yıl içinde insanlık tarihinin daha önceki dönemlerinde üretilen toplam bilgiden çok daha fazla bilgi elde edilmiştir. Bu baş döndürücü bilgi artışı uyum sorunlarını beraberinde getirmekte, çağa ayak uyduramayan toplumlar tarih sahnesinden silinmektedir. Bu hızlı değişime ve gelişime uyum gereksinimi, bilgi biriktiren insan modelini artık kabul edilemez hale getirmiştir. Toplumlar artık sadece bilen değil, bilgiyi araştırıp bulmasını ve almasını bilen (Glasser, 1993), eleştiren, sorgulayan, düşünen, tartışan, değiştiren, sorun çözebilen, hayat boyu öğrenmeyi bir alışkanlık haline getiren, yenilik getiren ve yeniliklere ayak uydurabilen, liderlik yapabilen bireylere ihtiyaç duymaktadır. Özetle çağımızda bireylerden, hem teknoloji üretmeleri hem de teknolojiyi kullanmaları istenmektedir (Olkun ve Toluk, 2003). Bu bağlamda, eğitimin temel amacının; sorunlarını etkili şekilde çözebilen bireyler yetiştirmek ve farkındalığı yüksek bir toplum oluşturmak olması gerekmektedir (Dolmans, Grave, Wolfhagen ve Vleuten, 2005).

Hızla değişen ve gelişen dünyanın hızla değişen ve gelişen bilgilerini tam olarak öğrencilere aktarmak mümkün değildir. Teknolojinin sağladığı imkân sayesinde bilgiye ulaşmak çok kolaylaşmış, bununla birlikte bilgi kirliliği de artmıştır. Bilgi çağının yaşandığı günümüzde eğitimde, geleneksel anlayışlarda olduğu gibi öğrencilere mevcut bilgileri aktarmaktan uzaklaşıp, onlara bilginin kaynağı ve bu bilgileri nasıl elde edecekleri, bunları nasıl değerlendirecekleri ve problemi çözmek için bu bilgiyi nasıl kullanacakları öğretilmelidir (Van Till, Van Der Vleuten ve Van Berkel, 1997).

Eğitim sistemleri, öğrencilere bilimsel bilgiyi elde etmenin yol ve yöntemlerini kazandırmak amacıyla; aşağıda sıralanan bilimsel süreç becerilerini kazandırmayı esas almalıdır.

- |   |  |
|---|--|
| ✓ Gözlem,                               | ✓ Verileri yorumlama,                      |
| ✓ Sınıflama,                            | ✓ Sonuç ıkarma,                           |
| ✓ lme,                                | ✓ Değişkenleri belirleme,                  |
| ✓ Sayı ve uzay ilişkileri kurma,        | ✓ Değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, |
| ✓ önceden kestirme,                     | ✓ Hipotez kurma,                           |
| ✓ Verileri kaydetme,                    | ✓ Deney yapma                              |
| ✓ Verileri kullanma ve model oluşturma, |  |

Bilimsel bilgilerin anlaşılabilmesi ve iyi bir bilim okuryazarı olunabilmesi için bilimsel süreç becerilerinin kazanılması büyük önem taşımaktadır. Bilimsel süreç becerilerinin gelişmesi öğrencilere eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem zme, soru sorma, cevap bulma, ilişki kurma ve merak etme, merakını giderme ve iletişim becerilerini rahatlıkla kullanabilme gibi çağın gerektirdiği birçok beceriyi kazanma olanağı sağlar. Bu becerilerin öğrencilere kazandırılması öğrencilerin karşılaştıkları problemleri daha geniş bir bakış açısıyla analiz etmesine, sorunları kendi dünyalarının içinde bir bilim adamı gibi yorumlayıp sonuca gitmelerine katkı sağlamaktadır.

Öğrenmenin ne olduğu ve nasıl oluştuğu sorusu asırlar boyunca düşünürlerin aklını kurcalamış, uzun bir süre öğretmenin zihnindeki bilgilerin hiçbir değişikliğe uğramadan öğrenciye transfer edildiği ve öğrenmenin bu şekilde gerçekleştiği düşünülmüştür. Son yıllarda da öğrenme süreci yani öğrenmenin nasıl gerçekleştiği (bireylerin nasıl öğrendiği) ve öğrenme düzeyini artırabilmek için neler yapılabilereği konusuna olan ilgi hızla artmaktadır. Günümüzde bu konudaki bilgiler, bilişsel psikolojideki çalışmalarla sağlanmaktadır (Greca ve Moreira, 2000). Artık ğrenmede kişinin o ana kadar sahip olduğu bilgilerin, bu bilgilerin oluşturduğu bilişsel yapının ve çevrenin etkisinin önemli olduğu, kişinin, yeni bilgiyi var olan bu bilişsel yapısını kullanarak anlamlandırdığı görüşü destek bulmaktadır (Bodner, 1986; Driver ve Bell, 1986).

Bilişsel psikolojinin önemli temsilcilerinden Piaget; bilimsel düşüncenin dinamik bir yapıda ve bir sürece dayandığını, bu sürecin de devamlı olarak yapılandırıldığı ve yeniden organize edildiğini belirtmiştir. Kişi bilişsel yapısında olmayan yeni bir durum ile karşılaşırsa bilişsel olarak bir çatışma yaşar ve yeni bir yapının oluşması bilişsel dengeye yeniden ulaşmakla mümkün olur ve dengelemenin sonunda ise öğrenme gerçekleşir (Brooks ve Brooks, 1999). Yapılandırmacılığın temellerini atan Tolman, Koffka, Kohler, Lewin, Ausebel ve Bruner de yeni bilginin, ön bilgiler ve görüşlerin paylaşılması ile değerlendirilmesi gerektiğini savunmuşlardır (Savin-Baden ve Howell, 2004). Yapılandırmacılık yaklaşımı, bilginin mutlak olmadığını, ancak kişinin eskiye dayanan bilgi ve dünya görüşü zemininde oluştuğunu varsaymaktadır (Eggen ve Kauchak, 1999). Dolayısıyla, öğrenenin kendisi için bilgiyi araştırıp bulması, başkalarının bilgisi ile karşılaştırması ve deneyimle beraber bilgisini yeniden yapılandırması ile öğrenme gerçekleşir. Öğrenme, anlamın oluşturulduğu ve bireysel yaşantı ve etkileşimlere dayanan bireysel yorumların yapılandırıldığı bir süreçtir (Dolmans ve diğerleri, 2005). Öğrenmede temel düşünce, kavramsal olarak bilgiyi anlamak ve bilginin esnek bir şekilde kullanılabilmesidir (Deci, Vallerand ve Pelletier, 1991). Yapılandırmacı kuramda son ürün olan davranışa değil bilgiyi oluşturma sürecine odaklanılır (Fergusson, 2003).

Öğrenmenin bilişsel süreçlerinin aydınlatılması ve çevre ile etkileşimin belirlenmesi öğretim yöntemlerinin yenilenmesine neden olmuştur. Derste sürekli dinleyici rolünü oynayarak pasif konumda olan öğrenciler yerine, aktif bir biçimde öğrenme sürecine katılan ve çevresi ile etkileşim halinde bilgiyi zihninde yapılandıran öğrencilerin olması gerektiği görüşü benimsenmiştir. Öğretmenlerin ise var olan bilgiyi aktaran değil öğrencinin öğrenme süreçlerine katılması için uygun koşulları oluşturan ve öğrencilere yardımcı ve yol gösterici olan bir duruma gelmesi gerekmektedir. Bu aşamada aktif öğrenme kavramı karşımıza çıkmaktadır (Koçakoğlu, 2010).

Aktif öğrenme; öğrenenin öğrenme sürecinde kendi öğrenmesinin sorumluluğunu üstlendiği, öğrenene öğrenme sürecinin çeşitli yönleriyle ilgili karar alma ve öz düzenleme yapma fırsatlarının verildiği ve karmaşık öğretimsel işlemlerle öğrenenin, öğrenme sırasında zihinsel yeteneklerini kullanmaya zorlandığı bir öğrenme

süreci olarak nitelendirilmektedir. Aktif öğrenme ezberciliği önleyerek düşünen, araştıran, üreten, sorun çözen ve eleştirel düşünebilen bireylerin yetiştirilmesini hedeflemektedir (Fleming, 2000; Bonwell ve Eison, 1991).

Aktif öğrenmenin felsefesi daha çok John Dewey'in "okul bireyleri sadece hayata hazırlayan yer değil, o hayatın ta kendisi olmalıdır." anlayışına dayandırılmaktadır (Wolk, 1994). Dewey'e göre, okulda öğrenilenler öğrenci için ilginç, anlamlı ve kalıcı olmalıdır. Hayatı araştırmak ve problemler çözmek için sınıfların birer laboratuvar olması gerektiğini belirtmiştir (Dewey, 1983). Piaget ise, çocukların doğuştan çevrelerinde olup bitenleri zihinlerinde anlamlandırabilmeleri için aktif bir şekilde motive eden meraklı bir yapıya sahip olduğunu ve çevrelerindeki dünyayı anlamak için sürekli çaba gösterdiklerini ortaya koyan çalışmalar yapmıştır. Geleneksel eğitim anlayışının ise çocukların zihinsel yapılarına uygun olmayıp, çocuğu sınırlandırıcı olduğunu, oysa okulun çocuğun kendi çabasını kendisinin yönlendirmesine izin vermesi gerektiğini belirtmiştir (Bodner, 1986). Piaget'in görüşlerine benzer olarak Bruner (1962) eğitimde öğrencilerin aktif rol almaları gerektiğini, öğrenmeden öğrencilerin sorumlu olduğunu ve anlamlı öğrenmenin ancak kişinin kendi çabasıyla gerçekleşebileceğini ifade etmiştir. Vygotsky, düşünce ve fikirlerin oluşumunda, sosyal ve kültürel etkileşimlerin büyük rol oynadığını savunmakta ve öğrenmede sosyal etkileşimin çok önemli olduğunu vurgulamaktadır (Arends, 2001). Öğrencileri birlikte çalıştırmanın ve kavramlara verdikleri anlamları tartışmalarına ortam hazırlamanın gerekliliğine dikkat çekmiştir (Howe, 1996).

Aktif öğrenme:

1. Öğrenme ve gelişim, sosyal bir etkinliktir; öğrenci kendi bilgisini zihninde kendi anlama şekliyle oluşturur ya da oluşturmaz.
2. Öğretmen, öğrencinin öğrenme sürecinde kolaylaştırıcı bir rol üstlenir.
3. Öğrencilerin birlikte çalışmaları ve etkileşimleri sağlanmalıdır. Öğrenciler, edindikleri yeni bilgileri arkadaşlarıyla ve öğretmenleriyle paylaşarak, tartışarak anlamlandırabilirler ve benimserler temel görüşlerini savunmaktadır (Bodner, 1986; Spencer, Farrell ve Moog, 1999).

Aktif öğrenmeye temel oluşturan belli başlı modeller, aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Çelik, Şenocak, Bayrakçeken, Taşkesenligil ve Doymuş, 2005):

1. Projeye dayalı öğretim (Project-Based Learning)
2. Probleme dayalı öğretim (Problem-Based Learning)
3. Sorgulamaya dayalı öğretim (Inquiry-Based Learning)
4. İşbirlikçi öğretim (Cooperative Learning)

Aktif öğrenmeyi esas olan modeller temelde birbirlerine çok benzer olup aralarındaki farklılıklar daha çok ayrıntılarda saklıdır. Bu ayrıntıları daha belirgin hale getirmek için, bu stratejilerin birçok yönden karşılaştırıldığı bir tablo aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1.1.

*Aktif Öğrenme Stratejileri (Çelik ve diğerleri, 2005).*

<b>Karşılaştırılan Boyutlar</b>	<b>Projeye Dayalı Öğretim</b>	<b>Probleme Dayalı Öğretim</b>	<b>İşbirlikçi Öğretim</b>	<b>Sorgulamaya Dayalı Öğretim</b>
<b>Eğitim Felsefesi</b>	Aktif Öğrenme	Aktif Öğrenme	Aktif Öğrenme	Aktif Öğrenme
<b>Amaç</b>	Projeler aracılığı ile aktif öğrenme sağlamak. Amaçlar öğrenci ile birlikte belirlenir.	Problem aracılığı ile öğrenme hedeflerinin gerçekleştirilmesidir. Amaçlar öğretmen tarafından belirlenir.	Öğrenenlerin güç birliği içinde öğrenmelerini sağlamaktır.	Olayları kritik ederek öğrenmeyi sağlamaktır. Amaçlar öğretmen tarafından belirlenebildiği gibi öğrenci ile birlikte ya da sadece öğrenci tarafından belirlenebilir.
<b>Başlangıç Noktası</b>	Somut bir ürün ya da raporla bitebilecek bir proje	Gerçek ya da gerçeğe yakın problem durumlar (senaryolar)	Konu içeriği	Konu alanı ile ilgili soru cümlesi
<b>Süreç</b>	Öğrenciler gruplar ya da bireysel olarak projeler etrafında çalışırlar. Tümevarımcı	Öğrenciler gruplar halinde doğal içerikli problemlere çözüm bulmaya çalışırlar. Tümdengelimci	Öğrenciler gruplar halinde çalışarak konu içeriğini anlamaya çalışırlar.	Öğrenciler gruplar halinde çalışarak hedef kavramları sorgularlar. Tümevarımcı



<b>Öğrenci</b>	Aktif olarak olayların her boyutunu inceler. Değerlendirme sürecine katılır. Projeyi tasarlar.	Aktif olarak olayların her boyutunu inceler. Değerlendirme sürecine katılır.	Hem kendinin hem de grup üyelerinin öğrenmesinden sorumludur.	Aktif olarak olayların her boyutunu inceler. Değerlendirme sürecine katılır.
<b>Öğretmen</b>	Rehber ve kolaylaştırıcıdır. Öğrenmeyi değerlendirir.	Rehber ve kolaylaştırıcıdır. Problemleri hazırlar. Öğrenmeyi değerlendirir.	Rehber ve kolaylaştırıcıdır. Grupları oluşturur. Öğrenme hedeflerini belirler.	Rehber ve kolaylaştırıcıdır. Öğrenmeyi değerlendirir.
<b>Ölçme Değerlendirme</b>	Süreç boyunca alternatif ölçme değerlendirme teknikleri kullanılır.	Süreç boyunca alternatif ölçme değerlendirme teknikleri kullanılır.	Süreç boyunca alternatif ölçme değerlendirme teknikleri kullanılır.	Süreç boyunca alternatif ölçme değerlendirme teknikleri kullanılır.

Geleneksel ders programlarında köklü değişikliklere gitmek yerine, hem geleneksel öğretim stratejilerinin hem de öğrenci merkezli ve öğrencilerin kendi öğrenmelerinden kendilerinin sorumlu olduğu aktif öğrenme stratejilerinin olumlu yönlerinin olduğu, öğretimde bu olumlu noktaların değerlendirilerek bir sentezin, ders programları içine dâhil edilebileceği savunulmaktadır (Mills ve Treagust, 2003). Aktif öğrenme modeli kullanılarak yapılan bir derste mini bir sunuş, tüm sınıfın katıldığı bir tartışma ve küçük grup tartışmasından oluşan birçok öğretim yönteminin bir döngü içerisinde kullanılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir (Duch, Groh ve Allen, 2001). Yöntem seçiminde, öğrencinin, konu alanının ve öğrenme çevresinin özelliklerinin göz önünde bulundurulması daha doğru bir yaklaşımdır (Arends, 2001).

Fen bilimi, bilginin doğasını düşünme, mevcut bilgi birikimini anlama ve yeni bilgi üretme sürecidir (Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut, 1997). Fen bilimlerinin hem bilgi edinme yollarına imkân veren, hem de birey tarafından yapılandırılmış bilimsel bilgilerle bireyin ihtiyaçlarını gidermeye yönelik uygulamaları olan bir alan olduğu bilinmektedir. Fen bilimine dayalı olarak yürütülen teknolojilerin ülkelerin gelişmesine ve yaşanan bilgi çağına oldukça katkı sağladığı bir gerçektir. Bu bağlamda fen bilimlerinin ve eğitiminin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bireyler fen ile ilgili planlı ve programlı ilk kazanımlarını eğitim kurumlarında almaya başlar ve bu süreçte bilimsel bilgiler, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel tutumlar onlara kazandırılmaya

çalışılır. Bu nedenle, araştıran, tartışan, deneyen, gözlem yapan ve sürekli bilgilerini arttırarak bilimsel tutumlar geliştiren bireylerin yetiştirilmesinde fen bilimleri eğitimi önemli bir işleve sahiptir (Ayas, Karamustafaoğlu, Sevim ve Karamustafaoğlu, 2002). Bu derslerde bireylerin içinde yaşadıkları çevreyi ve evreni bilimsel yönden ele alıp incelemeleri amaçlanır. Onların yaşama kolay uyum sağlamaları, içinde buldukları çevreyi çok iyi gözlemlenmelerine ve olabildiğince olaylar arasında neden sonuç ilişkilerini kurarak sonuç elde etme yollarını öğrenmelerine bağlıdır (Kaptan ve Korkmaz, 2001).

Etkili bir fen eğitimiyle öğrenciler çeşitli araştırmalar yapar, elde ettikleri bilgileri geçmiş deneyimleri ile bağ kurarak yorumlar, öğrendiği bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirerek kullanır ve karşılaştıkları problemleri çözerler. Bunun yanı sıra grup çalışmalarında kendi rolünü tanımlar, sorumluluk duygusu geliştirir, paylaşmayı öğrenir ve kendisini ifade etme yeteneği kazanırlar. Böylece öğrenciler işbirliği içinde çalışmayı bilen bilimsel okur-yazar bireyler olarak yetişirler (Tatar, 2007). Bilimsel okur-yazarlık; fen bilimlerinin doğasını bilmek, bilginin nasıl elde edildiğini anlamak, fen bilimlerindeki bilgilerin bilinen gerçeklere bağlı olduğunu ve yeni kanıtlar toplandıkça değişebileceğini algılamak, fen bilimlerindeki temel kavram, teori ve hipotezleri bilmek ve bilimsel kanıt ile kişisel görüş arasındaki farkı algılamak olarak tanımlanmaktadır. Bilimsel okur-yazar bireylerden oluşan toplumlar hem yeniliklere kolayca uyum sağlar hem de yeniliklere kendileri önderlik edebilirler (Çepni ve diğerleri, 1997). Fen eğitimi ile öğrencilere birçok bilgi, beceri ve değer kazandırılarak toplumun gereksinim duyduğu bireylerin yetiştirilebileceğini söylemek mümkündür.

Fen derslerinin bireylerin gelişimine katkıları arasında şunlar sayılabilir (National Research Council- NRC, 2006):

- ✓ Fen bilimleri sınıfta dil, mantıksal düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimi için birçok deneyimin yaşanmasını sağlar.
- ✓ Fen bilimleri insan kültürünün önemli bir parçasıdır ve insanın üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesini sağlar.
- ✓ Demokratik toplumlar vatandaşlarının bireysel ya da toplumsal karar alma süreçlerinde bilimsel bilgiyi temel almalarını ister. Bu nedenle, fen dersleri

bireylerde, bilimsel yöntemin anlaşılması kadar, bilimle ilgili bilgilerin edinilmesini sağlar.

Fen bilimlerinden biri olan kimya, deneyler yardımıyla maddenin özelliklerini belirleyip onların gözlenmesini sağlayan deneysel kimya ve deney yoluyla bulunan sonuçları bir sistem içinde birleştiren, doğruluğunu kontrol edip, formül ve prensipleri ortaya koyan teorik kimyadan oluşmaktadır (Aydoğdu, 1999).

Etkili bir kimya eğitimi sonucunda öğrencilerin kimya dersine dair aşağıdaki kazanımlara ulaşması beklenir:

1. Kimyanın rehberlik yapan temel prensiplerini daha derin anlama.
2. Fiziksel dünyanın hareketlerini ve gözlemlenebilir özelliklerini atom ve molekül seviyesinde anlayarak açıklayabilme.
3. Kimyanın gündelik hayattaki kullanımını ve onun diğer bilimlerde oynadığı rolünü teşhis edebilme.
4. Kritik ve analitik düşünme ve problemleri çözebilme yetisi.
5. Bilginin ne zaman lazım olacağını/olduğunu, o bilgiyi nerede ve nasıl bulacağını öğrenme yetisi.
6. Sağlıklı iletişim kurma ve diğer insanlarla verimli bir şekilde çalışma yetileri.

Son yıllarda fen eğitimi alanında gerçekleştirilen araştırmalar, kimya konularının öğrenciler tarafından soyut, karmaşık ve anlaşılması zor olarak nitelendirildiğini ve dolayısıyla öğrencilerin kimya konularına yönelik pek çok yanlış anlama ve kavram yanlışlığına sahip olduğunu göstermektedir (Abraham, Grzybowski, Renner ve Marek, 1992; Ayas ve Demirbaş, 1997; Bradley ve Mosimege, 1998; Boo ve Watson, 2001; Ebenezer ve Erickson, 1996; Garnett, Garnet ve Hackling, 1995; Griffiths ve Preston, 1992; Gorin, 1994; Hackling ve Garnett, 1985; Hesse ve Anderson 1992; Stavy 1991). Kimya eğitiminde son yıllarda yapılan çalışmalarda, problem çözme becerileri ve kimya problemlerini çözmeye öğrencilerin düştüğü kavram yanlışlıklarını anlamaya odaklanılmıştır (Allops ve George, 1982; Bayrak, 2007; Chambers ve Andre, 1997; Garnett ve Treagust, 1992a; 1992b; Herron, 1990; Sanger ve Greenbowe, 1997; Şenocak, 2005; Tatar, 2007; Tavukçu, 2006; Tüysüz, Tatar ve Kuşdemir, 2010). Oysa

kimya hayatımızda oldukça önemli bir yere sahiptir. Günlük hayatımızda karşılaştığımız, kullandığımız ve gözlemlediğimiz birçok durum kimya ile ilgilidir. Hastalıkların tedavisinde kullanılan ilaçlardan yediğimiz besinlere, kozmetikten toprağın verimini arttırmak için kullanılan gübrelere, ayakkabı boyasından atık su arıtımına kadar birçok konu kimya alanına girmektedir (Açıkyıldız, 2004). Kimyanın hayatın her aşamasında görülebilir olması, onun uygulamalı genel bir niteliğini oluşturur. Pratik uygulamalar ve deney yapma kimya eğitiminin temelini oluşturmaktadır. Kimyanın deneysel bir bilim olması öğrencilerin yaparak, yaşayarak öğrenmelerini zorunlu kılar. Doğadaki olayları inceleyen bir bilim olan kimya, güncel yaşamın pek çok aşamasında karşılaşılan sorunların algılanması ve çözüm üretilmesi amacıyla öğretilmektedir. Kimya dersinin amacı, öğrenciye günlük yaşantısından yola çıkarak sade ve anlaşılır bir dille, ezbercilikten uzak, bilimsel düşünmeye alıştırmak ve öğretmek ve öğrenilen bilgilerin sentezini yapma yeteneği kazandırmaktır. Eğer öğrenciler kimyadaki bilgilerin düşündükleri kadar soyut olmadığını, aksine kendi yaşantılarıyla direkt olarak ilişkisinin olduğunu algıarlarsa, ona karşı ilgi ve tutumları artacağı için kimyayı hissederek öğrenirler ve bu ilişkilendirme öğrenmelerini kolaylaştırabilir (Ayas ve Demirbaş, 1997).

Kimya öğretiminde laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini ve fen biliminin doğasını anlamalarını sağlamak için bütün dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Laboratuvar, gözlem ve deney yaparak birinci elden deneyim kazanmayı sağladığı için öğrenmede önemli bir etken olarak görülmektedir. Bu uygulamalar sayesinde birçoğu soyut olan fen kavramları somut bir şekilde sunularak anlaşılır hale getirilir ve kalıcı öğrenmeler gerçekleştirilir. Etkinliklerin çoğu dersle ilgili bilgiyi tanıtmak, göstermek ve kavramsal öğrenmeyi sağlamak için yapılmaktadır (Ayas ve Özmen, 2001). Laboratuvar kullanılmaksızın hedeflenen öğrenmelerin gerçekleştirilmesi ve kalıcı öğrenmenin sağlanması zorlaşmaktadır. Yapılan deneyler, öğrencilere hem kavramsal düzeyde bilgi hem de yaşam için gerekli olan temel becerilerin kazandırılması açısından oldukça önemlidir. Laboratuvar uygulamaları öğrencilerde el becerisi, araştırma ve soruşturma, organizasyon ve iletişim kurma, kritik düşünme, problem çözme, bir araştırmayı planlama ve gerçekleştirme, bilimsel süreç becerilerini etkili bir şekilde kullanma gibi yeteneklerin gelişmesine

olanak sağlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin merak, ilgi, risk alma, gerçekçilik, güven, memnuniyet, sorumluluk alma, fikir birliği ve ortak çalışma, fen bilimini sevme, kararlı olma gibi pozitif tutumları geliştirmelerine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle kimya derslerinin işlenişinde teorik bilgi, deneye bağlı bilgiden yola çıkılarak verilmelidir (Ayas ve diğerleri, 2002).

Kimyanın kavramlarını öğretmek için gerçek dünyadan alınan kimya olaylarının sunulması etkili bir yoldur. Bunun gibi, bir başlangıç noktası olarak gündelik durumları kullanma, öğrencilerin daha somut ve anlamlı durumlarda karşılaştıkları soyut teorileri, gözlemlenebilir makroskobik ve gözle görülemeyen mikroskobik dünyalar arasında daha açık bağlar kurarak anlama imkânı sağlar. Öğrenciler prensipleri daha benzer durumlarla bağdaştırabildiğinde bu prensipleri anlamak ve kavramak öğrenciler için daha kolay olur. Günümüzde bilgi araştırma ortamları oluşturularak, araştırılarak ve yaşam boyu öğrenme için fikir alış verişleri ile daha fazla bilgi elde edilebilir. Özellikle kimya ile ilgili sorular eşsiz bir şekilde yapılandırılmış dinamik ortamlarda oluşur. Soruşturmaya açık alanlarda öğrenme kolaylaşır (Christian ve Yeziarski, 2012). Probleme Dayalı Öğretim, sınıfta dinamik ve soruşturmaya açık bir ortam sağlamada etkili modellerden birisidir. Bu model esas alınarak gerçekleştirilen öğretim etkinlikleri öğrencilerin kendilerine ait bilgileri test etmelerini, eksikliklerini görmelerini ve bu eksiklikleri kendi sorgulamalarıyla çözüme kavuşturmalarını gerektirdiğinden öğrencilere açık bir yaşam boyu öğrenme modeli sunar. Bunun yanında, grupla çalışma modeli öğrencilere birlikte çalışmanın gücünü gösterir, iletişim yeteneklerini geliştirmeye teşvik eder ve gruptaki her kişinin yeteneklerini geliştirdiği bir birliktelik kurmaya yardım eder (Groh, 2001). Probleme Dayalı Öğretim kimya laboratuvarlarında yapılan deneylerin doğru bir şekilde yapılması ve öğrencilere gerekli motivasyonun kazandırılması için yeterli potansiyele sahip bir yöntemdir (Larive, 2004). Yapılan birçok çalışma Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) yaklaşımının etkinliğini ortaya koymaktadır (Dale ve Balloti, 1997; Dutch, 1995; Harland, 2002; Hmelo ve Silver, 2004; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Major ve Baden, 2000; Mayer, 2002; Torp, 1997; Perrenet, Bouhuijs ve Smits, 2002; Peterson ve Eagest, 1998; Rhem, 1998; Saban, 2000; Winning ve diğerleri, 2003; Yu-chen, 1999).

### 1.1. Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ)

Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) temelleri Sokrates'e kadar uzanan bir yaklaşımdır (Whittaker ve Scheiman, 1996). PDÖ uygulamalarının öncülüğünü 1950'lili yıllarda Amerika (Boud ve Feletti, 1991) ve 1960'larda Kanada tıp okulları (Albanese ve Mitchell, 1993) yapmıştır. Küçük grup ve öğrenci merkezli öğrenmeyi, bir tıp okulu müfredatı için tasarlamayı düşünen Barrows'un tıp eğitiminde yaptığı araştırmalar sonucunda belirli bir kavram ve yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır (Savin-Baden, 2000) ve son 50 yıl içinde tıp eğitiminde en etkili yenilik olmuştur (Wood, 2008). PDÖ tıp eğitiminde anlatıma dayalı programlardan, gerçek yaşam problemlerine dayalı programlara geçiş yaparak tıp eğitiminin niteliğini yükseltmek amacıyla geliştirilmiştir ve ilk uygulamalarında gerçek yaşamla ilgili açık uçlu bir problemin oluşturulmasında tıp doktorları ile tıp öğrencilerinin karşılaştıkları sorunlar dikkate alınmıştır, ancak problem çözerek öğrenmede neyin önemli olduğuna odaklanılamamıştır. Bu uygulamalarda öğrencilerden, bir öğretim üyesinin hazırladığı bilgilerden oluşan soru serisini cevaplamaları beklenmiştir. Bunun yerine, problem durumunu keşfetmek için küçük takımlar halindeki gruplara sorular sorulmuştur ve böyle bir değişiklik sayesinde öğrenciler sunulanlar ile kendi içlerindeki boşlukları incelemeyi, tecrübe kazanmayı ve yeteneklerini fark etmeyi, ihtiyaçları olan bilgiye karar verip elde etmeyi ve düzeylerini belirlemeyi öğrenmişlerdir (Savin-Baden, 2000). Bununla birlikte, PDÖ'nün gereksinimlerinden olan öğrenmenin esnekliği gibi konuların müfredat sistemlerine uyumu ve mezuniyet yeterliliği gibi zorlu işler de, tıp fakülteleri sayesinde çözüme kavuşturulmuştur (Neville, 2009).

Fen eğitimindeki değişimler içerisinde günümüz eğitim etkinliklerine damgasını vurmuş önemli bir unsur olan Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ), (Mackenzie, Johnstone, ve Brown, 2003; Treagust ve Peterson, 1998; Ram, 1999; Larsen ve Fink, 2000) 1960'ların sonlarından bu yana çoğunlukla tıp eğitimi ile ilişkili olmakla birlikte, son yıllarda; tıp ve hemşire eğitimi (Miller, 2003; Hmelo-Silver, 2004; Li-Ling Hsu, 2004; Kelly ve ark., 2005; Streichert ve ark., 2005; Pastirik, 2006), mühendislik eğitimi (Schultz ve Christensen, 2004; Acar, 2004; Ribeiro ve Mizukami, 2005; Bütün, 2005; Massa, 2008), fizik, kimya, biyoloji ve çevre eğitimi (Dods, 1996; Ram, 1999; Parim, 2001; Larive, 2004; Goodnough, 2005; Yaman ve Yalçın, 2005; Lawrance, 2006;

Sungur ve Tekkaya, 2006; Tarhan ve Acar, 2007), hukuk, ekonomi, işletme, sosyal bilimler vb. (Loyens, Magda ve Rikers, 2008; Savery ve Duffy 2001) farklı alanlarda kullanılmış ve bu alanlarda PDÖ ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır.

Problem, bir çözüme ihtiyaç duyan her türlü şüphe, zorluk ve tereddüttür; Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) ise, hayatın içindeki karışık olguları, kesinleşmemiş olayları, şüpheleri, merakları ve soruları açıklığa kavuşturan araştırma sürecidir (Barell, 2007). PDÖ, öğrencilerin problem çözme yeteneklerini ve temel bilgilerini geliştiren, öğrenenlere yardımcı olmak için kaynak, tavsiye, bilgi ve çeşitli imkânlar sağlayan iyi yapılmış, önemli ve gündelik durumlara sahip olan, öğrenci merkezli pedagojik bir stratejidir (Korucu, 2007). PDÖ modeli, anlamaya çalışma veya problemin çözümüne yönelik çalışma sonucu öğrenme olarak da ifade edilebilir (Barrows, 1983; Korucu, 2007).

Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) geleneksel öğretim yaklaşımlarına göre daha tutarlıdır ve çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bu düşünce PDÖ'nün; öğrencileri kendi öğrenme hedeflerini belirlemeye motive olmalarını sağlama ve öğrencilerin kendi öğrenmelerindeki kararları almalarında sorumluluk duygusunu kazandırma potansiyeline dayanmaktadır. PDÖ, öğrencileri öğrenmeye teşvik edicidir ve güvenli eğitim ortamı oluşturur (Wood, 2005), öğrencilere öğrenme nasıl öğrenilirin fırsatlarını, anahtar becerileri geliştirmeyi, yarışma ve tartışmada bilgi ve bağımsızlık yeteneğini, öğretmenler için müfredat içeriği üzerindeki tartışmaların son bulmasını ve meslekler arası eğitim fırsatlarının olması için gerekli ortamın sağlanmasını mümkün kılar. Öğrencileri karmaşıklığa ve çeşitliliğe yönelik günlük problem durumları ile meşgul etmek için teşvik edebilir. PDÖ diğer yöntemlere göre daha geniş bir tercih yelpazesi sunabilir ve eğitici ve öğretici birçok yöntem için bir araç sağlayabilir. PDÖ'de bulunan seçeneklerin, fırsatların bazılarında halen faydalanılır fakat bu fırsatların çok azı literatürde açığa kavuşmuştur (Savin-Baden, 2000).

PDÖ modeli öğrencilerdeki öğrenme isteğini artırdığı, öğrencilerin karmaşık görevler almasını sağladığı ve duyuşsal becerilerini geliştirdiği, öğrenci etkinliğini artırdığı ve bilgiyi daha kalıcı ve iyi şekilde kullanmaya ortam hazırladığı için geniş

destek kitlesine sahiptir ve birçok eğitim kurumu tarafından tercih edilmektedir. Çünkü PDÖ değişik öğrenme ve öğretme doğası nedeniyle birçok öğretim etkinliğine açıktır. PDÖ'nün olduğu sınıfta tartışma büyük bir yer tutar ve sınıfın canlılığını sağlar. Öğrenciler kendi yetkilerini kullanır, hem öğretmenleri hem de arkadaşları ile iletişim kurarak karşılıklı bilgi paylaşımında bulunurlar (Allen, Donham ve Bernhardt, 2011).

Probleme Dayalı Öğretim ortamı, asıl görevi öğrenme sürecini kolaylaştıran rehber öğretmen ve genellikle beş altı öğrencinin oluşturduğu küçük gruplardan meydana gelir. Öğretmen, öğrencilere kendi kendilerine öğrenmeleri ve problemi çözmeleri için rehberlik eder. Öğrencilerle karşılıklı olarak bilgi alış verişi yapar ve hangi sırayla nelere çalışmaları gerektiğini söyler. Bu yöntem, değişken öğrenci ihtiyaçlarını karşılamak için öğrenme sürecinin bireyselleştirilmesini gerektirmektedir. Kullanılan problemler, öğrencilerden öğrenilmesi beklenen önemli kavramları kapsayacak şekilde dikkatle seçilmiştir. Problemler her zaman öğrenciler için gerçeklik sağlayarak, yaşanmış olayları temsil etmelidir. PDÖ modeli uyarlanabilir, kullanışlı, gerçek hayattan sunulmuş güncel problemlerin yazılı biçimidir. Bu biçim, öğrencinin herhangi bir soruyu sormasına, herhangi bir sırada istenen herhangi bir laboratuvar testini düzenlemesine izin vermek için tasarlanmıştır ve öğrenciler bu aktif bireyselleştirilmiş öğrenme sürecinde bilgiyi çok yönlü aramaları için motive edilmelidir. Bu nedenle çeşitli öğrenme kaynakları gerekmektedir. Öğretmenler, süreçteki en önemli kaynaklardır. Öğretmenler geleneksel yöntemlerle ders anlatmak yerine kendilerini öğrencilerin sorularını cevaplayacak şekilde müsait hale getirirler ve bu soruları sorunun dâhil olduğu alana göre cevaplarlar. PDÖ sürecinde yazılı kaynaklara ulaşmada kütüphanelerden faydalanılabileceği gibi, internet üzerinden yapılan araştırmalar sonucu elde edilen kaynaklar da önemlidir. Bu süreçte öğrenciler kendi çalışmalarına uygun örnekleri, modelleri, kurumları ve kaynakları ziyaret etmeye teşvik edilmelidir (Barrows, 1983). Sonuçta, öğrencilerin görevleri üstlenmesi, talimatları yerine getirmesi ve grupça çalışabilmeleri için donanımlı olmaları gerekir. Herhangi bir bilgi birikimini öğrenciye sunmakla, öğrencilerin kendi içinde buldukları durum analizlerini ya da eleştirilerini yapmalarını sağlamak mümkün olmayacaktır. PDÖ öğrencilerin kazandığı önemli yetenekleri geliştirmeleri, bilgileri ve



olayları sorgulama kabiliyetlerini artırmaları ve duruma göre bu kabiliyetleri sergileyecekleri bir ortam oluşturmalarını sağlar (Savin-Baden, 2000).

Probleme Dayalı Öğretimde (PDÖ) dersler çeşitli şekillerde yapılmaktadır. PDÖ genel müfredatın bir iskeleti olabileceği gibi sadece bir dersin aktarılmasında da kullanılabilir. Tipik bir PDÖ ortamı bir grup öğrenci ve öğrenmeyi kolaylaştıran bir öğretmenden oluşur. Grup elemanlarının birbiriyle ve öğretmenleriyle kalacakları süre kurumlara göre değişiklik göstermekle birlikte, grubun en iyi şekilde grup dinamikleri geliştirmesi için yeterince uzun bir süre bir arada kalmalarına izin vermek gerekir. Kişilik çatışmaları ve diğer işlevsel olmayan davranışların ortaya çıkması durumunda zaman zaman değişiklik yapılabilir. Öğrenciler öğrenmenin her aşamasını tahtaya ya da bir kâğıda kaydederler.

Probleme Dayalı Öğretim; problemin analizi, kendiliğinden öğrenme (öz-yönelimli öğrenme), beyin fırtınası ve çözüm testleri olmak üzere dört temel aşamada gerçekleştirilir. Süreç öğrencilerin çözeceği problemin onlara sunulmasıyla başlar (Massa, 2008). PDÖ sürecinde problem genellikle belli bir senaryo formunda yazılarak öğrencilere sunulur. Wood (2005), yüksek kaliteli PDÖ senaryoları yazılabildiği sürece PDÖ'nün başarılı olacağını ifade etmektedir. Süreçte öğrencilerin; olayı analiz etmek için fırsatlar yaratma; soru oluşturma; cevapları araştırma adına inceleme yapma (genellikle uygun gruplarla); mantıklı sonuçların bulgularının kritik analizi; bilgili veya ilgili dinleyicilerin önünde sunum yapma, bulguları paylaşma; düzenli, düzensiz ve çeşitli şekillerde test yapma gibi çeşitli roller üstlenmeleri gerekmektedir (Barell, 2007). Roller her senaryo için değiştirilir. Sürecin başlangıcında, tüm öğrenciler ellerindeki senaryoyu ya da problem durumunu okurlar veya problemi/senaryoyu daha iyi tanımlamak için uygun materyaller kullanılabilir. Senaryo, öğrencilerin amaçlara ulaşmaları için, öğrencileri özel çalışma alanlarına yönlendirmelidir. Grup tartışması ve işbirlikçi çalışma yoluyla, PDÖ de öğrenciler kendi öğrenmeleriyle problemin ne olduğuna karar verirler ve öz-yönelimli öğrenme için öğrenme konuları/hedefleri oluştururlar. Özet olarak, değişik problemleri çözmeye motive olmuş öğrenciler birlikte çalışırlar ve kendi kendilerine hedeflenen konuda uygulama, oluşturma, uyuşma ve yansıtma ile öğrenmelerine yardım eden kavramsal gelişim meydana gelir. Bu nedenle

PDÖ, kavramsal terimleri öğretmede güvenilir bir yöntem olarak kullanılabilir (Hung, 2011).

Problem durumun oluşturulması: Probleme Dayalı Öğretim, problemin, olay hakkında çok az bilgiye sahip öğrencilere sunulmasıyla başlar (Hmelo-Silver, 2004). Sürecin ilk aşamasında 4-8 kişilik gruplardaki kişilerin işbirliği ile problemi analiz etmeleri vardır (Massa, 2008). Öncelikle, öğretici gruplar, üzerinde çalıştıkları müfredatların belli bölümlerinin amaçlarını ve bu amaçların PDÖ yaklaşımındaki gözle görülmeyen etkilerini dikkatle gözden geçirirler (Barrows, 1983). Öğrenciler daha sonra sorunu çözebilmek için öğrenmeleri gereken bilgilere ulaşmaya mevcut bilgiyi sorgulayarak başlarlar (Hmelo-Silver, 2004). Bu süreç var olan problemde bilinmeyeni tanımlamayı, incelemeyi gerektirir ve sonucun net bir anlayışla ortaya çıkarılmasını ister. Bu faktörlerin belirlenmesi öğrencilerin problemi anlamaları ve aktivite için bir plan geliştirmeleri ile olur. Ön hipotezler geliştirmek de öğrenme sürecine yardımcı olacaktır (Barrows, 1983). Bu aşamada öğrenciler genellikle belirli roller üstlenirler. Bir öğrenci raportör rolünü üstlenir. Raportör, gruba sorulan sorulara öğrencilerin verdiği cevapları, ürettikleri fikirleri ve hipotezleri, öğrenciler hakkında bilinen gerçekleri bir kâğıda ya da tahtaya listeler. Bu yazılı kâğıt (genellikle tüm tartışma boyunca duruma göre görünür şekilde bırakılır) öğrencilerin problemi çözme sürecinde izleyecekleri sürece odaklanmalarını sağlar. Duruma göre öğrenciler hipotezlerinde, olası çözüm yollarında değişiklikler yaparlar. Buna ek olarak “Şu çözümün iyi olduğunu düşünüyorum.” dediklerinde neden iyi olduğunu açıklamaları istenerek, sorgulayarak yansıtıcı düşünmeye teşvik edilirler (Hmelo-Silver, 2004). Böylece öğrenciler, kendi girişimleriyle çalışıp problemleri anlayacaklar ve neyi bilmediklerini keşfedeceklerdir ve bunun yanında bireysel öğrenmelerine, öğrenmeye meraklı olmalarına da imkân tanınmış olur (Barrows, 1983).

Kendi kendine öğrenme: Öğrenci araştırması Probleme Dayalı Öğretimin (PDÖ) ve problemin çözümünün tamamlayıcı bir parçasıdır (Barell, 2007). Öğrenciler bu süreci (işlemi) kendi tecrübeleri ve zihinsel yetenekleri ile olabildiğince gerçekleştirdiklerinde kendilerinin hangi bilgiye ihtiyaçları olduğunu gözden geçirirler ve bu konu hakkında öğrenme planlamalarına karar verirler (Barrows, 1983). PDÖ’de,

öğrenciler kendi öğrenme hedeflerini tanımlamak için sorun durumundan ya da senaryodan "tetikler" kullanırlar. Daha sonra, edindikleri bilgileri düzeltmeden ve gruptaki diğer elemanlarla tartışmadan önce bağımsız bir şekilde kendi kendilerine yönelik çalışma yaparlar. PDÖ'de istenilen kendi kendine öğrenmenin yapılması için, öğrencilere her hafta yeterli zaman tanınmalıdır (Wood, 2005). Birçok farklı diziden oluşan sürecin tüm adımları birbirini takip etmektedir (Wood, 2005). PDÖ, bilgiyi edinmek için öğrencilerin sorumluluk almasını ve problemin analiz safhasında yeteneklerin ihtiyaç olduğu kadarıyla belirlenmesini ister (Massa, 2008). Her öğrenci bu aktivite içerisinde farklı konuları alabilir ve farklı öğrenme kaynaklarını kullanabilir. Öğrenciler, ilk başlarda kaynakları bulmada ve bilgiyi kendilerine mal etmede zorlandıklarından genellikle amaçlarına ulaşamayabilirler. Çabuk öğrenseler dahi öğrenmenin kendiliğinden gerçekleşmesi için alıştırmalara ve eleştirilere sürekli dâhil olmaları gerekmektedir (Barrows, 1983). Sorun takip aşamasında, öğrenciler hipotezleri gözden geçirirler ya da yeni öğrenme ışığında yeni hipotezler oluşturmak, öğrendiklerini paylaşmak için bir araya gelirler.

Bilgi edinerek genel becerilerin geliştirilmesi ile ilgili küçük grup öğretim yöntemi olan PDÖ'de, grup öğrenme sadece bilgi edinme sürecini değil; aynı zamanda, iletişim becerilerini, takım çalışmasını, bilgi paylaşımını, sorun çözme becerisini, bireysel sorumluluk duygusunu ve başkalarına saygılı olma gibi birçok istenen niteliklerin de elde edilmesini sağlar. Öğrenme için uyarıcı olarak var olan bir sorun sunularak eğitimsel olarak, daha iyi bir öğrenme ortamı ve gelişmiş bilgi, kabiliyet ve davranış oluşturmak amaçlanır (Wood, 2008). Öğrenciler daha ileri analiz ve çözüm yaparak, önceki fikirler ile yeni bilgiyi problem çözümüne uygulama fırsatını bulurlar (Hmelo-Silver, 2004). Öğrenciler hipotezlerini, verilerini, önceki düşüncelerini ve kararlarını eleştirirler. Değişik eğitim ve düşünce araçlarından aynı anda yararlanılabilir. Öğrenciler PDÖ sürecinde sorunları nasıl çözeceklerini, kendilerini değerlendirmeyi, edinilen bilgiye etkin bir şekilde başvurmayı öğrenirler. Öğrenciler, problem çözme işlemini bitirdiklerinde, ileride böyle bir sorunla karşılaşırlarsa eleştirel analizle, karar vermeyi, uygulamayı ve kendi kendilerine öğrenmeyi daha iyi yapacaklardır. Öğrenciler, son aşamada da var olan bilgileri ile öğrendiklerine ilavede bulunurlar, grupça öğrenmelerini özetlerler. Böylece gelecekte öğrendiklerine başvurmaları kaçınılmaz olacaktır (Barrows, 1983). Bu bulgular PDÖ de öğrencilerin

daha bağımsız öğrenenler olmaları için onlara daha fazla kişisel sorumluluk yükler. PDÖ'nün kendiliğinden öğrenme aşaması öğrenme sürecini kolaylaştırır, öğretmenin sorumluluğunu azaltmaz (Hung, 2011). Öğrencilerin kendi gruplarını ve bilgi düzeylerini değerlendirmesi çok önemlidir. PDÖ'de öğrenciler, bilgilerini deneyimlerini ve kaynakları nasıl elde ettiklerini tartışırlar. "Problemi çözebilmek için gerekli bilgi ve beceri kazanımlarına sahip miyim?" sorusuna olumlu bir şekilde yanıt vermek gerekir (Massa, 2008). Dolayısıyla bu süreç öğrencilerin öz-yönelimli öğrenenler olmalarına çok büyük katkı sağlar (Hmelo-Silver, 2004).

Problemlerin analizi ve yapılan sentezler: Öğrenciler bir önceki aşamada (kendiliğinden öğrenme) edindikleri bilgileri tartışarak çözüme ulaşmak için bir araya gelirler (Massa, 2008). Öğrencilere problem sunulur ve öğrenciler ipuçları saptayabilmek için girişimde bulunurlar. Bu olaydan sonra, probleme sebep oluşturan durumları, hipotezler kurarak problemin doğasını belirlemek ve açıklamak için girişimlerde bulunurlar. Ardından, daha uygun hipotezler kurma çabası içinde sorular ve testler oluşturulur. Bu süreçte, öğrenciler bu görevle ilgili görünen kişisel fikirlerini, görüşlerini, inançlarını ve deneyimlerini aktarırlar. Herhangi bir eleştiri ve yargılama olmadan bireysel katılımlar desteklenir. Gruptaki öğrenciler birbirlerinin gözlem ve tecrübelerini tartışmaları ve kendi yorumlarını savunmaları için teşvik edilmelidir (Barrows, 1983). Öğrenciler fikirlerini ifade ederken ve başkalarının fikirlerini dinlerken kendi bilgi seviyelerini ölçerler. Bir sonuca varana kadar gruptaki öğrenciler sürecin her aşamasında karşılıklı etkileşim halinde olurlar. Yeni bilgi edinilir, anlayış ve farkındalık seviyeleri artar, grupça edinilen ortak bilgi çözüme ulaşmak için kullanılır (Massa, 2008). Bu süreçleri kolaylaştıran ve yönlendiren öğretmenlerdir (Barrows, 1983).

Öğrenci performansının değerlendirilmesi: Probleme Dayalı Öğretimde değerlendirme yöntemleri öğrencilerin olguları hatırlama ve oluşturmadaki becerilerine ek olarak, kendi kendilerine öğrenme yeteneklerini ve akıl yürütme kabiliyetlerini tanıyıp değerlendirmek için tasarlanmıştır (Barrows, 1983). Problem çözme sürecinin son aşaması çözümü test etmektir. Grubun üzerinde hem fikir olduğu geçici bir çözümden sonra, problemin analizi aşamasında edinilen sonucun değerlendirilmesi belli

ölçütlere göre yapılır. Öğrenciler için ayarlanmış uygulama ortamları öğrenci performanslarına yönelik ölçütlerin belirlenmesini sağlar (Massa, 2008). Öğretmenlere çok yüksek puanlarla öğrenci performanslarını değerlendirmesi yerine tekrarlayan işlemlerin en aza indirilmesi ve öğretmenlere öğrenme ortamını yönetmesi için izin verilir. Öğrencilerin yetenek ve ihtiyaçlarını en etkin değerlendirme, ancak grubun problem çözme işlemi sırasında oluşur. Öğretmen ve öğrenci her bir öğrencinin ne bildiğini, nasıl düşündüğünü, nasıl gerekçelendirdiğini ve daha iyi nasıl çalışacaklarını kolaylıkla keşfedebilirler (Barrows, 1983). İstenilen sonuç elde edilmişse, problemin çözümü geçerlidir ve kullanılabilir diye akran değerlendirilmesine sunulur. İstenilen sonuç elde edilememişse, kabul edilebilir bir çözüme ulaşana kadar problem çözme işlemi tekrarlanır (Massa, 2008). Herhangi bir problemin çözümüne ulaşabilmek için PDÖ süreci bir kaç kez tekrarlanabilir. Bu işlem sırasında, öğretmen gerekli kaynakları temin etmede öğrencilere rehberlik yaparak yardımcı olmaktadır. Böylece var olan problem durumunun çözümü için gerekli bilgi ve becerileri elde etmede sorumluluk duygusuna sahip öğrenci yetiştirilmiş olur (Massa, 2008).

Yaman ve Yalçın (2005) göre, Probleme Dayalı Öğretim Yaklaşımının uygulama sürecinde öğrenciler aşağıdaki işlem basamaklarını takip etmelidirler:

1. Problem durumuyla karşı karşıya getirilen öğrenciler problemleri belirlerler. (Problem durum; yapılandırılmamış ve karmaşıktır, çoğu zaman yeni bilgilerin eklenmesiyle değişir, kolaylıkla ya da belirli bir formülle çözülmez ve tek bir doğru cevabı yoktur).
2. Önceki bilgilerini kullanarak problem hakkında fikirlerini ve düşüncelerini ortaya atarlar.
3. Problemi tam ve doğru olarak açıklamaya çalışırlar.
4. Problemi çözmek için öğretmenleri ile hangi kaynaklara ihtiyaç duyulduğu ve bunları nerelerden elde edeceklerine ilişkin tartışmalar yaparlar.
5. Problemi çözmek için bilgi toplarlar.
6. Problemin çözümü için işbirliği yaparlar.
7. Probleme ilişkin çözüm/çözümler üretirler.

Okulun ilk günü, tüm sene boyunca dersin nasıl işleneceğini belirlemek için iyi bir zamanlamadır. Probleme Dayalı Öğretim gibi öğrenci merkezli uygulamayı esas alan eğitimciler, grup çalışmasının okulun ilk günü başlamasını tavsiye etmektedirler. Öğretmenin, öğretimde neden grupları kullandığını açıklaması ve öğrencilere onların geçmişte yaşadıkları grup çalışması deneyimlerini anlattırması gerekmektedir.

İlk gün etkinliklerine örnek olarak:

1. Grup biyografisi yazma. (Herkesin kendini tanıtmayı, grup üyelerinin kariyer hedefleri ve en sevdiği dersler gibi)
2. Öğrencilere, grubun puanlarının bireysel puanlarından daha yüksek olacağını göstermek amacıyla önce kişilere, daha sonra gruplara, dersin konusu hakkında bir ön test yapma.
3. Öğrencilerin en iyi hangi şekilde öğrendiklerinin belirlenmesi için anket yapma (Örneğin; Kolb öğrenme şekli envanteri).
4. Grup çalışmasının verimli bir şekilde kullanmayı gerektiren veya öğretmen merkezli ile öğrenci merkezli öğrenme arasında farkı gösterecek akıl oyunları oluşturma.

Grup içindeki kurallar, gruptaki roller ve sorumluluklar, yapılan aktiviteler ve grup üyelerinin birbirlerine olan baskısı, grup içindeki çatışmaların engellenmesine yardımcı eder. Rehber öğretmen öğrencilere grup arkadaşlarının çalışmalarını kontrol etmesi için yönlendirir, tartışmanın düzeyini, sınıf çalışmalarını ve rapor edilen araştırmaların nasıl olacağını net bir şekilde öğrencilere anlatır. Eğer grupta, diğerleri kadar çalışmak istemeyen bir öğrenci varsa grubun geri kalan üyeleri grup gözlemleme metodu ile az çalışan öğrenciye grubun beklentileri ve o öğrencinin performansı ile alakalı doğru ve net dönütler verirler. Ayrıca rehber öğretmen öğrencilere grup içinde çıkan çatışmalarla ilgili olarak yardım edeceğini ve yol göstereceğini net bir şekilde anlatmalıdır. Öğretmenin o gruba yapacağı yardım, grup kurallarını ve bu kurallar çiğnendiğinde verilecek cezayı yeniden yazdırma veya fazladan dönüt verme zamanı ayırma (ekleme) veya sorun çözülene kadar rehber öğretmenle düzenli olarak toplantıya katılmayı içerebilir (Allen, Duch ve Groh, 2001).

PDÖ' ün Öngördüğü Genel Beceri ve Tutumlar:

- ✓ Takım çalışması
- ✓ Grup başkanlığı
- ✓ Dinleme
- ✓ Kayıt
- ✓ Arkadaşlarının görüşlerine saygı
- ✓ Eleştirel değerlendirme
- ✓ Kendini yönetmeyi öğrenme
- ✓ Kaynak kullanım becerisi
- ✓ Sunum becerileri (Wood, 2005).

PDÖ'de öğrenciler yüksek motivasyona sahip olabilmekte, daha iyi bir şekilde problemlerini kendi yönelimleriyle çözebilmekte, daha iyi öğrenmekte ve daha kolay bir şekilde bilgiyi hatırlamakta, problemin temel meselesine daha çabuk ulaşabilmektedirler. PDÖ'de öğrencilerin işbirlikçi öğrenme ortamını daha kolay buldukları tespit edilmiştir (Hmelo-Silver, 2004).

PDÖ'de öğretmen; hazırlık aşamasında, problem çözme, akıl yürütme ve araştırma sürecinde öğrencilerin isteklerini karşılamalı ve model olmalıdır. Aynı zamanda öğrenmeyi kolaylaştırıcı PDÖ uygulamasının başarısında çok önemli bir rol oynamaktadır (Hung, 2011). Öğrenciler ve öğretmenler arasında tarafsızlık ve yapıcı eleştiriler ile başarı kazanılır. Öğrenciler neyi bildiklerini ve neye inandıklarını özgürce ortaya koyduklarında öğrenme çok etkili olacaktır (Barrows, 1983).

Öğretmenin rolü grubun etkileşimini korumak, kolaylaştırmak ve müfredat doğrultusunda uygun öğrenme hedeflerini elde etmektir. Öğretmen öğrenciler için uygun bir çalışma yönergesi önerebilir ve kendi çalışmalarının sonuçlarını öğrencilerle paylaşarak onlara yardımcı olabilir ve açık sorular sorarak, kendi sözleri veya çizim ve diyagramlarını kullanarak konulara açıklık getirebilir. Öğretmen öğrencileri birbirlerine soru sormaya ve öğrencileri malzeme arayışlarını kontrol etmek için teşvik edebilir (Wood, 2005). Başarılı olabilmek için, öğretmenler, üst bilişsel rehberler olarak öğrenciye, uygulanabilir bir problemi açık ve net bir şekilde anlatıp yardım etme konusunda önemli rol oynarlar. Bununla birlikte öğretmenler aktiviteleri yürütürler, verileri birleştirirler ve bulguları da değerlendirirler. Öğretmenler grafik düzenleyiciler, yönergeler ve çeşitli araçlar kullanarak öğrencilerin problemi çözmeye yönelik çalışmalarına ve düşüncelerini düzenlemelerine yardımcı olabilirler (Christine ve Li-

Gek, 2008). Öğretmenlerin yetersizliği ya da aşırı rehberci tutumları olası hasarı beraberinde getirir. Yetersiz rehberlik amacın sapmasına neden olmaktadır. Öte yandan aşırı rehberci tutum öğrencilerin öz-yönelimli öğrenme yeteneklerinin gelişmesine zarar verdiği gibi onların zihinsel faaliyetlerinin gelişimine de zarar verebilir (Hung, 2011). Probleme dayalı öğretim modelinin uygulandığı sınıflarda öğrenciler giderek artan bir şekilde aşamalı olarak sorumluluk alırlar. Öğretmenlerinden giderek daha bağımsız olurlar ve böylece yaşam boyu öğrenmeye devam edebilen bağımsız öğrenenler olurlar (Kaptan ve Korkmaz, 2001).

Probleme dayalı öğretim sürecinde öğretmene düşen sorumluluklar şöyle sıralanabilir: Öğretmen;

- ✓ Öğrencilere yazılı senaryolar, resimler, bilgisayar animasyonları, video, teyp gibi araçları kullanarak problem durumunu sunar.
- ✓ Problemin çözümü ve öğrenme sırasında öğrenciye model olur; öğrenmeye rehberlik eder.
- ✓ Öğrencileri grup çalışmasına özendirir.
- ✓ Öğrencilerin problemin çözümü için gerekli kaynakları tespit etmelerine bu kaynaklara ulaşmalarına yardımcı olur.
- ✓ Problem çözüme sürecinde öğrencileri cesaretlendirir ve teşvik eder.
- ✓ Öğrencilerin kendi öğrenmelerini değerlendirmelerine yardım eder (Açıkyıldız, 2004).

PDÖ yöntemleri, öğrencinin duyuşsal alanını geliştirmek, karmaşık görevlerle öğrenci performansını artırmak, bilginin daha iyi bir şekilde akılda kalması gibi deneyimleri elde etmeyi destekler (Allen ve diğerleri, 2011). Bilişsel yaklaşımların birçoğu bu eğitim yaklaşımını desteklemektedirler. Probleme dayalı öğretim ancak uzman görüşü alınarak ve mantık temelinde yapılabilir. Probleme dayalı öğretim sadece öğrencilerin ne öğrendikleri ile ilgili değildir, onların nasıl öğrendikleriyle de ilgilenmekte ve gelecekteki mesleki hayatlarına ışık tutmaktadır. Buna ek olarak, bu model öğrenilenleri uygulamaya dökülebilmek için gerekli bilişsel yeteneklerin gelişimini önemser. Aynı zamanda eğitimde olan güncel değişiklikleri bilmek kendi bilgi ve becerilerini genişletmek için kendi kendine öğrenme becerilerinin gelişimini yani



öğrenmede özverili olmayı vurgular. Bu yaklaşım kendilerine uygun lisans öğretim yöntemleri arayan okullar için ve bu yaklaşımın avantajlarını keşfetmek isteyenler için uygun gibi görünmektedir (Barrows, 1983). PDÖ ye dayalı planlama ve uygulama öğrencilerin temel konuları anlaması ile onların dersi anlayıp anlamadıkları hakkında geri dönüt verebilen iyi bir rehber/öğretmen eşliğinde küçük grupların karışımında geleceğin müfredatı olarak görülebilir (Neville, 2009). Uygun rehber öğretmen ile öğrenciler sadece kendilerine gösterilene çalışmayacaklar, bunun yerine problemi derinlemesine araştırıp karşılıklı sorgulayacaklardır (Hung, 2011).

Konuları anlatmada problem kullanma öğrencilerin öğrenmeye karşı motivasyonlarını artırmakla beraber öğrencilerin düşüncelerini ve bilgilerini diğer arkadaşlarıyla paylaşma avantajı sağlar. Öğitmen veya öğretmen tarafından geliştirilen sorularla problem kurma tekniği gruplardaki yavaş öğrenen öğrencilerdeki öğrenmeye karşı odaklanmayı sağlar, dikkatlerini artırır (Groh, 2001). PDÖ ile öğrencilerin cevaplanmasını istedikleri soruların çözümü için öğrenciler motive edilmiştir ve meraklandırılmıştır. PDÖ uygulamaları dersleri aktif öğrenme ortamları haline getirmek için sorgulama, açıklama, tasarlama, araştırma, fikir alış verişi yapma, iş birliği yapma ve yansıtma gibi öğretim aktivitelerine olanak tanımaktadır (Christine ve Li-Gek, 2008).

Eğitmciler için etkinliği tartışılmaz olan Probleme Dayalı Öğretim’de, öğrenciler;

- ✓ Derinlikli konuları değil de daha basit ve somut soruları cevaplayarak herhangi bir konu hakkında konuşabilirler.
- ✓ Bir sorunu çözmek için ne bilmeleri gerektiği hakkında hedefe yönelik sorular sorarlar.
- ✓ Derinlemesine anladıklarını yansıtmak için en iyi soruları sorarak karşılık verirler.
- ✓ Tespit, değerlendirme ve bilgiyi kullanma nasıl olur bilirler.
- ✓ Öğrenciler sınavlarda öğrendikleri ile çok iyi performans gösterirler.
- ✓ Geleneksel yaklaşımlara kapalı öğrenciler daha aktif bir şekilde kendilerini gösterebildikleri için bu öğrenciler keşfedilirler (Torp ve Sage, 2002).

Tatar (2007), probleme dayalı öğretimin avantajlarını şöyle sıralamıştır:

- ✓ Grupla çalışma becerileri,
- ✓ Problem çözme becerileri,
- ✓ Bilimsel işlem becerileri,
- ✓ Biliş ötesi beceriler,
- ✓ Kendi kendine öğrenme becerileri,
- ✓ Eleştirel düşünme becerileri,
- ✓ İşbirliğine dayalı öğrenme becerileri,
- ✓ Üst düzey düşünme becerileri,
- ✓ İletişim becerileri kazandırır.
- ✓ Aktif öğrenmeyi sağlar.
- ✓ Yüksek motivasyon ve pozitif tutum sağlar.
- ✓ Öğretmen adayları için model oluşturur.
- ✓ Fen okuryazarlığını artırır.
- ✓ Bilgi kaynaklarını kullanma becerilerini artırır.
- ✓ Akılda kalıcılığı yüksek bilgiler kazandırır.

Diğer taraftan; Wood (2005) PDÖ'nün güçlü yanlarını aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

- ✓ Öğrenci merkezli; aktif öğrenme, kavrama kabiliyeti, hatırd tutma ve yaşam boyu öğrenme becerilerinin geliştirilmesine teşvik edicidir.
- ✓ Temel yetkinlikleri kazandırma; gelecekte istenilen genel beceri ve tutumların gelişmesine olanak sağlamaktadır.
- ✓ Bütünleşme; bütünleştirilmiş eğitim bilimleriyle kolaylık sunar.
- ✓ Motivasyon; öğretmenler ve öğrenciler için eğlenceli bir süreçtir. Süreçte tüm öğrencilerin öğrenme değişimleri ile meşgul olmak gerekir.
- ✓ Derinlemesine öğrenme; öğrencilerin öğrendiklerini uygulamaya dökabilmeleri için öğrenme materyalleri ile etkileşimlerini artırmak ve anlayışlarını geliştirmek amaçlanır.
- ✓ Yapılandırmacı yaklaşım; öğrenciler var olan ön bilgileri ile edindikleri bilgileri yeniden yapılandırır.

Probleme dayalı öğretim yöntemi öğrencilerin bilgi düzeylerini artırmakla kalmayıp, bireysel cesaretlerini artırmak da, yeteneklerini ortaya çıkarıp geliştirmekte, öğrenciler arası etkileşimi artırıp birbirlerine karşı saygılı ve bağlı birey gelişimini sağlamaktadır.

Wood (2005)'a göre, PDÖ'nün zayıf yanları;

- ✓ Yeterli bir şekilde öğretemeyen rehber öğretmenler; kendi bilgilerini ve anlayışlarını öğrencilere aktaran öğretmenler probleme dayalı öğretimi zor ve verimsiz bulabilirler.
- ✓ İnsan kaynakları; çok fazla kişi ders sürecinde yer almak zorunda.
- ✓ Diğer kaynaklar; öğrencilerin çok sayıda kitap, kütüphane ve bilgisayar kaynaklarına aynı anda erişmeleri gerekir.
- ✓ Örnek alınacak kişiler; öğrenciler özellikle geleneksel müfredat eğitimi vererek geniş gruplara ders anlatan ilham verici öğretmenlerden mahrum bırakılabilir.
- ✓ Bilgi yüklenmesi; öğrenciler çalışmalarında bağımsızca kendi öğrenmelerini kontrol ettikleri için edindikleri bilgilerin hangisinin ve ne düzeyde yararlı olduklarından emin olmayabilirler.

şeklinde sıralanabilir.

PDÖ'de lise öğrencileri için problem seçme, birçok yönüyle ilkökul ve ortaokul seviye öğrencilerine problem seçmekten daha kolaydır. Lise öğrencileri kendilerini polis, hemşire, mimar olarak kolay bir şekilde hayal edebilirler ve bunun içinde ne yapmaları gerektiğini de bilirler. Gerçek hayattaki mesleklerin öğrencilerin ilgisi ve isteğinin çekiciliğinin yanında, bu öğrenciler kendi pozisyonlarını, düşüncelerini ve anlayışlarını savunmaya fırsatlar yakalarlar. Lise öğrencileri tipik olarak kendilerini büyüklerin yönlendirmesini istemezler ve ihtiyaç hissettiklerinde, büyüklere ve uzmanlara danışmayı tercih ederler. Probleme dayalı öğretim bu tür istekler için alıştırma olanağı sağlar ve aynı zamanda hedeflenen amaca ulaştırır. Öğrenciler, listelerini tekrar kontrol edip yenileme ihtiyacı duyacaklar. Probleme yeni bilgi getirdikçe "ne biliyorum, ne bilmeliyim, ne yapmalıyım" listeleri ve belki de "olası çözümler ne" listesi bile öğrencilerin neyi bildikleri ve yeni bilgileri nasıl anladıklarının bir yansıması olarak değişecektir. Öğrenciler listeyi kendi kendilerine kontrol etme güdüsü kazanana kadar bu konuda gayretlendirilmelidirler. Bu, süreç için temel bir adımdır ve öğretmenin bunun sürece uyum gösterdiğinden emin olması gerekir (Lambros, 2004).

Çalışmaya konu olan ‘kimyasal kinetik’ kavramı; lise kimya müfredatında yer almakta, genel kimya ve fizikokimya alanında da lisans düzeyinde sıkça karşılaşılan ve öğrencide yaygın kavram yanlışlarının mevcut olduğu bir konu alanı olma özelliği taşımaktadır. Bu sebeple seçilen konunun lise ve lisans öğrencileri tarafından anlamlı olarak öğrenilmesinin alternatif yollarını inceleyen bir çalışma; elde edilecek sonuçların yaygın etkisi açısından son derece önemlidir. Ulusal ve uluslar arası olarak yapılan literatür taramaları bu konunun Probleme Dayalı Öğretim Modeli ile ve deney yöntemi kullanılarak öğretimine ilişkin herhangi bir çalışmanın olmadığını ortaya koymuştur.

Sunulan çalışmada oluşturulan uygulama dizaynının geçerliliğini ve değerlendirme ölçütlerini, güvenilirliğini ortaya koymak ve temellendirmek amacıyla, ‘kimyasal kinetik’ konusuyla ilgili aşağıdaki temel özet bilgilerin sunulmasının yararlı olacağı düşünülmüştür.

## **1.2. Kimyasal Kinetik**

Gezegemimiz, her yıl bütün hayatı yok etmeye yetecek kadar güneş enerjisi ile bombardıman edilmektedir. Stratosferdeki ozon ile bu saldırıdan korunmaktayız. Güneş ışınları ozon moleküllerini parçalamakta, ancak bu moleküller sürekli yeniden oluşmaktadır. Böylece stratosferdeki ozon miktarı uzun vadede yaklaşık sabit kalmaktadır. Günümüzde ise bu denge alt üst olmaktadır. Kloroflorokarbonlar (CFC) gibi itici ve soğutucu olarak kullanılan maddeler ve jet eksozlarındaki azot oksitler, yer küreyi koruyan ozon tabakasında deliklerin oluşumuna yol açmaktadır. Kimyasal maddelerin küçük miktarları bile, stratosfer içerisinde genişçe alanlarda böyle büyük değişmelere sebep olabilmektedir. Bu ve diğer kirleticilerin oluşturduğu hasarı anlamak ve kontrol etmek için, atmosferde meydana gelen reaksiyonları anlamamız gereklidir. Örneğin, atmosferde gerçekleşen reaksiyonların hızları ozon seviyelerini kontrol ettiği için, ozonun miktarı, dolayısıyla ozon deliğinin büyüklüğü mevsimlerle değişmektedir (Atkins ve Jones, 1997).

Kimyasal Kinetik; reaksiyon hızlarının nasıl ölçülebileceği ve yorumlanacağını gösterir, yani reaksiyon hızlarını inceler. Kimyasal kinetiğin bir uygulaması atmosferin

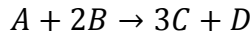
modellenmesinde görülür. Bu işlem, zararlı kirleticilerin etkileri yanında, binlerce yıldır devam eden ve bizim yaşadığımız ortamı ve mutluluğumuzu etkileyen doğa olaylarını da anlaşılır kılmaya yardım eder (Atkins ve Jones, 1997).

Kimyasal reaksiyonların daha hızlı yürümesini sağlayan katalizörlerin geliştirilmesi, kimyasal kinetiğin diğer bir dalı olup, kimya endüstrisinin gelişimi için çok büyük bir öneme sahiptir.

Vücudumuz, milyonlarca kimyasal reaksiyonun belirli bir düzen içerisinde gerçekleştirildiği karmaşık laboratuvarlara benzemektedir. Bu reaksiyonlar, katalizörlerin biyolojik karşılıkları olan enzimlerin kontrolü altındadır. Sağlıklı olma, çok sayıda reaksiyon arasındaki bir dengeyi (uyumu) temsil ettiğinden, kimyasal kinetik biyoloji ve tıp açısından da önemlidir: hastalık çoğunlukla biyolojik açıdan önemli olan reaksiyonların hızlarının çok fazla değişmesinin bir işaretidir (Atkins ve Jones, 1997).

### 1.2.1. Derişim ve Hız

Reaksiyon hızı, “birim zamanda reaksiyona girenlerden birisinin veya reaksiyonda oluşan ürünlerden birisinin derişimindeki değişme” olarak tanımlanmaktadır. Reaksiyon hızı, reaksiyon karışımının bileşimine ve sıcaklığına bağlıdır. Reaksiyon hızı, derişimdeki değişmelere bağlı olduğundan diferansiyel bir büyüklüktür (Atkins, 1998).



Belli bir zamanda reaktantlardan birisinin *tüketilme hızı*  $-d[R]/dt$ 'dir. Burada R, A ve B'yi temsil etmektedir. Ürünlerden (C ve D'yi P olarak gösterirsek) birisinin *oluşma hızı*  $d[P]/dt$ 'dir. Reaksiyonun stokiyometrisinden;

$$\frac{d[D]}{dt} = \frac{1}{3} \frac{d[C]}{dt} = -\frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{2} \frac{d[B]}{dt}$$

bağıntısı yazılır. Böylece reaksiyonla ilgili birden çok hız bağıntısı bulunmuş olur. Aynı reaksiyon için birden çok hız ifadesinin yazılması probleminden,

$$v = \frac{1}{\nu_j} \frac{d[J]}{dt} \quad [1]$$

şeklinde tek bir reaksiyon hızı ( $v$ ) tanımlamak suretiyle kaçınılmazdır. Burada  $\nu_j$ ; J maddesinin stokiyometrik katsayısıdır. Molar derişim  $\text{molL}^{-1}$  ve zaman saniye olarak alınır, reaksiyon hızı  $\text{molL}^{-1}\text{s}^{-1}$  olarak ifade edilir (Atkins, 1998).

Kimyasal kinetiğin temel verileri reaksiyona giren maddelerin ve oluşan ürünlerin, reaksiyon başladıktan sonra farklı zamanlarda tespit edilen derişimleridir. Derişimlerin izlenmesinde kullanılan yöntem, ortamdaki maddelere ve onların derişimlerinin değişme hızına bağlıdır (Atkins ve Jones, 1997).

- En az bir bileşeni gaz olan bir reaksiyon, sabit hacimli bir sistemde meydana getirilirse, bir basınç değişimi ile sonuçlanır, bu durumda reaksiyonun ilerleyişi zamanla basınç değişiminin kaydedilmesi ile gözlemlenebilir.
- Reaksiyon karışımındaki bir maddenin elektromanyetik spektrumun kolay elde edilebilen bir bölgesinde kuvvetli absorpsiyon karakteristiğine sahip olması durumunda spektrofotometre yaygın olarak kullanılır.
- Çözeltide bulunan iyonların sayıları veya türleri değişirse, o zaman reaksiyonun ilerleyişi çözeltinin elektriksel öz iletkenliği ölçülerek izlenir.
- Hidrojen iyonları meydana gelir veya tüketilirse, reaksiyon çözeltinin pH'sı ölçülerek izlenir.
- Bileşim tayininde kullanılan diğer yöntemler; kütle spektrometresi, gaz kromatografisi, nükleer manyetik rezonans ve elektron spin rezonans (radikal içeren reaksiyonlar için) gibi yöntemlerdir.

*Gerçek-zaman analizinde*, sistemin bileşimi reaksiyon devam etmekte iken analiz edilir. Ya numunenin az bir kısmı ortamdaki çekilerek analiz edilir ya da ölçüm toplam çözeltide yapılır.

*Durdurma yönteminde*, reaksiyon belli bir süre devam ettikten sonra durdurulur, bileşimi analiz edilir. Durdurma işlemi ya aniden soğutulması, ya çok miktarda çözücü içerisine reaksiyon karışımının ilavesi ya da asidik bir reaktifin hızlı bir şekilde nötralizasyonu ile gerçekleştirilir. Bu yöntem sadece, karışımdaki reaksiyonu engellemek için geçen zaman esnasında çok az reaksiyon meydana gelecek kadar yavaş olan reaksiyonlar için uygundur. Kimyasal kinetiğin günümüzdeki itici gücü ise, gittikçe daha kısa bir zaman dilimi içerisinde reaksiyonu izleyebilmektir. Özel lazer teknikleri ile femtosaniyenin onda birinde oluşan süreçlerin izlenmesi mümkündür.

*Akış yönteminde*, reaktantlar bir bölmede birlikte akarken karışmaktadırlar. Tüp içinde farklı noktalarda reaksiyon karışımının gözlenmesi söz konusudur.

*Flaş fotoliz tekniğinde* gaz veya sıvı numune, kısa bir fotolitik ışın flaşına maruz bırakılmakta ve reaksiyon bölmesinin içerisindeki izlenmektedir (Atkins, 1998).

### 1.2.2. Hız Denklemleri ve Hız Sabitleri

Reaksiyon hızı genellikle reaktant derişimlerinin üstel ifadeleri ile orantılı olarak bulunur. Örneğin, bir reaksiyonun hızı için,

$$v = k[A][B] \quad [2]$$

ifadesi yazılması durumunda, bu reaksiyonun hızını A ve B gibi iki reaktantın molar derişimi ile orantılı olacağı bulunur.  $k$  katsayısı, reaksiyon için hız sabiti olarak adlandırılır. Hız sabiti derişime bağlı değildir, ancak sıcaklığa bağlıdır. Deneysel olarak tayin edilen bu tip bir eşitlik reaksiyonun hız denklemi olarak adlandırılır. Daha formal olarak, hız denklemi, belirli bir zamanda toplam kimyasal reaksiyonda yer alan bütün maddelerin derişimlerinin fonksiyonu olarak reaksiyon hızını ifade eden bir eşitliktir (Atkins, 1998).

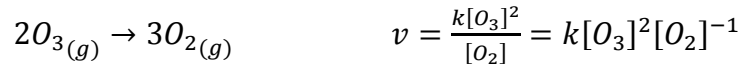
Bir reaksiyonun hız denklemi deneysel olarak tayin edilir ve genel olarak reaksiyonun yazılan kimyasal denkleminde hızı ile ilgili bir eşitlik türetilemez (Atkins, 1998).

Hız denkleminin bir uygulaması olarak; hız denklemi ve hız sabitinin değerini bilirsek karışımın bileşiminden reaksiyon hızını hesaplayabiliriz. Hız denklemi bilinirse reaksiyonun daha sonraki bir basamağında reaksiyon karışımının bileşimini hesaplayabiliriz. Ayrıca, hız denklemi reaksiyon mekanizması için bir rehberdir ve önerilen bir mekanizma gözlenen hız denklemi ile uyumlu olmalıdır (Atkins, 1998).

Pek çok reaksiyonun;  $v = k[A]^a[B]^b \dots$  şeklinde yazılan bir hız denklemine sahip olduğu bulunmuştur. Bu şekildeki bir reaksiyon hız denkleminde yer alan maddelerin derişimleri üzerindeki üs değerleri, maddelere göre reaksiyonun mertebesidir ve toplam mertebe tek tek derecelerin toplamı olarak alınmaktadır.

1.  $2N_2O_{5(g)} \rightarrow 4NO_{2(g)} + O_{2(g)}$  reaksiyonu için hızın derişimin bir fonksiyonu olarak grafiğe geçirilmesi ile bir doğru elde edilmektedir. Bu, reaksiyonun hız denkleminin  $v = k \times [N_2O_5]$  olduğunu ifade eder.  $N_2O_5$  için  $a = 1$ 'dir ve  $[N_2O_5]$ 'in 2 katına çıkarılması hızın da 2 katına çıkacağını gösterir ve reaksiyon birinci mertebeden bir reaksiyondur denir.
2.  $2NO_{2(g)} \rightarrow 2NO_{(g)} + O_{2(g)}$  reaksiyonunda  $[NO_2]$  derişiminin 2 katına çıkarılması hızın 4 katına çıkmasına neden olmaktadır. Hız, belirli zaman aralıklarında ölçülen derişim değerlerine karşı grafiğe geçirildiği takdirde bir doğru elde edilmez. Ancak, hız  $NO_2$  derişiminin karesinin fonksiyonu olarak grafik edildiğinde, bir doğru elde edilir. Buradan, reaksiyonun hız denklemi  $v = k \times [NO_2]^2$  şeklinde olduğu düşünülebilir.  $NO_2$  için  $a = 2$ 'dir ve reaksiyon ikinci mertebeden bir reaksiyondur.
3. Sıcak platin tel üzerinde amonyağın bozunması,  $2NH_{3(g)} \xrightarrow{Pt} N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$  reaksiyonuna göre yürümektedir. Amonyak bitinceye kadar sabit bir hızla bozunmaktadır. Bu reaksiyon sıfırıncı-dereceden reaksiyonlar olarak adlandırılır ( $v = k \times [NH_3]^0 = k$ ).
4. Çok az sayıdaki reaksiyon negatif derecelere sahiptir. Böyle durumlarda hız ifadesinin paydasında bir derişim terimi bulunur. Genellikle bir ürün olan bu türün derişiminin artması gerçekte reaksiyonu yavaşlatır. Ozonun bozunması bu türden bir reaksiyondur.





5. Bazı reaksiyonlar kesirli derecelere bile sahip olabilir (Atkins ve Jones, 1997).

NOT: Bir reaksiyonun derecesi önceden tahmin edilemez; bir hız ifadesi, reaksiyonun deneysel olarak tayin edilen bir özelliği olup, genelde reaksiyona ait kimyasal eşitliğin stokiyometrisinden yazılamaz. Birçok durumda reaksiyon birden çok reaksiyona gireni içerir ve böyle durumlarda her bir türe göre reaksiyon derecesinin bir reaksiyon serisi ile belirlenmesi gerekir.

Hız denkleminin tayini izolasyon yöntemi ile basitleştirilebilmektedir. İzolasyon yönteminde reaksiyona giren maddelerden birisi hariç diğerlerinin derişimlerinin aşırısı alınır. Örneğin, B çok fazla ise, iyi bir yaklaşımla B'nin derişimi reaksiyon süresince sabittir. Her ne kadar gerçek hız denklemi  $v = k[A][B]$  ise de,  $[B]$  yerine yaklaşık olarak  $[B]_0$  değeri alınarak  $k' = k[B]_0$  olmak üzere;  $v = k'[A]$  hız denklemi yazılabilir. Böylece hız denklemi birinci mertebeden bir hız denklemi halini alır. Çünkü gerçek hız denklemi B'nin derişimi sabit kabul edilerek birinci mertebeden olmaya zorlanmıştır. Bu tür hız denklemleri yalancı-birinci dereceden hız denklemi olarak adlandırılır. İzolasyon yöntemi reaksiyona giren diğer türler için de uygulanarak her bir tür cinsinden reaksiyon mertebeleri ve toplam reaksiyon mertebesi hesaplanabilir (Atkins, 1998).

Nisan ayında atmosferin bir bölgesinde ne kadar ozon mevcut olacak? Bir saatte ne kadar kükürt trioksit üretilebilir? Altı ay sonra penisilinin ne kadarı kalacak? Bu sorular reaksiyona girenlerin başlangıç derişimleri bilindiğinde, reaksiyonun başlamasından sonra herhangi bir zamanda reaksiyona girenlerin veya ürünlerin derişimini veren bir formül olan integrali alınmış hız ifadesi kullanılarak cevaplandırılabilir (Atkins ve Jones, 1997).

A maddesinin harcanmasına ilişkin birinci mertebeden hız denklemi;

$$v = \frac{d[A]}{dt} = -k[A]$$

şeklindedir.

$$\frac{d[A]}{[A]_0} = -kdt$$

şeklinde düzenlenebilir. Bu eşitlik doğrudan doğruya integrale edilebilir, çünkü  $k$ ,  $t$ 'ye bağlı olmayan bir sabittir.  $A$ 'nın başlangıçtaki derişimi  $[A]_0$  ve herhangi bir  $t$  anındaki derişimi  $[A]$ 'dır, böylece bu değerleri integralin sınır değerleri olarak alıp;

$$\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]} = -k \int_0^t dt$$

ve  $\int 1/x = \ln x$  olduğundan,

$$\ln \left( \frac{[A]}{[A]_0} \right) = -kt$$

$$\Rightarrow [A] = [A]_0 e^{-kt}$$

bağıntıları bulunur. Bu iki denklem integrale hız denklemi örnekleridir. Denklem birinci mertebeden bir reaksiyonda, reaksiyona giren madde derişiminin zamanla  $k$  tarafından belirlenen bir hız ile üstel olarak azaldığını göstermektedir (Atkins, 1998).

Kirleticilerin çevresel etkilerini değerlendirme açısından, yarılanma ömürleri büyük bir öneme sahiptir. Bir maddenin yarılanma ömrü,  $t_{1/2}$ , onun başlangıç derişiminin yarıya düşmesi için gerekli olan zamandır. Kirletici maddelerden yarılanma ömürleri kısa olanları, ozona zarar verebilecekleri yer olan stratosfere ulaşabilecek kadar uzun ömürlü olamayabilirler (Atkins ve Jones, 1997).

Birinci mertebeden bir kimyasal reaksiyonda  $[A]$ 'nın,  $[A]_0$ 'dan  $\frac{1}{2}[A]_0$ 'a azalması için geçen zaman;

$$\ln \left( \frac{[A]}{[A]_0} \right) = -kt$$

yardımyla;

$$kt_{1/2} = -\ln\left(\frac{\frac{1}{2}[A]_0}{[A]_0}\right) = -\ln\frac{1}{2} = \ln 2$$

olarak hesaplanır. Buradan,

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

elde edilir. Dikkat edilecek husus, birinci dereceden reaksiyonlarda yarılanma süresinin reaksiyona giren maddenin başlangıç derişiminden bağımsız olmasıdır (Atkins, 1998).

İkinci mertebe bir reaksiyona ait hız denklemi;

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A]^2$$

dir. Bu denklem;

$$-\frac{d[A]}{[A]^2} = k dt$$

şeklinde düzenlenerek integrale edilebilir.

$$-\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{d[A]}{[A]^2} = k \int_0^t dt$$

ve  $\ln(1/x^2) = -1/x$  olduğundan, integralin sınır değerleri yerine konulursa,

$$\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} = kt \quad \Rightarrow \quad [A] = \frac{[A]_0}{1 + kt[A]_0}$$

olur. Bu eşitlik, ikinci mertebeden bir reaksiyonda A'nın derişiminin başlangıç hızı aynı olan birinci dereceden bir reaksiyondakinden daha yavaş bir şekilde sifıra yaklaştığını göstermektedir. İkinci dereceden bir reaksiyonun yarılanma ömrü sabit olmayıp, reaksiyona girenin derişimi azaldıkça uzamaktadır. Birçok kirletici ikinci dereceden reaksiyonlarla yok olduğundan, çevrede düşük derişimlerde uzun süreler kalmaktadır (Atkins, 1998).

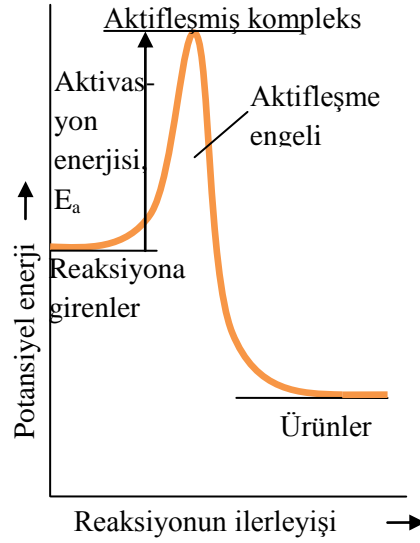
Buraya kadar ele alınan bütün hız denklemlerinde ters yöndeki reaksiyonun önemli olabileceği göz ardı edildiğinden, bulunan hız denklemlerinden hiç birisi reaksiyon dengeye yaklaştığı zaman, net hızı tanımlayamaz. Bu durumda ürünler, tersinir reaksiyonun hesaba katılmasını gerektirecek kadar bol olabilir. Bununla birlikte pratikte, kinetik çalışmaların çoğu dengeden uzak olan reaksiyonlar üzerinde yapıldığından zıt reaksiyonlar önemli değildir (Atkins, 1998).

### 1.2.3. Reaksiyon Hızlarının Kontrolü

Hidrojen ve oksijenden oluşan bir karışım yıllarca reaksiyon vermeksizin durabilir ve yine dinamit, güvenli bir şekilde depolanabilir ve taşınabilir. Ancak bu maddeler, bir kıvılcım veya sarsıntı etkisine maruz bırakılırsa, bir anda reaksiyon verirler. Ayrıca bir katının reaksiyonunda reaksiyon hızının, katının yüzey alanına bağlı olduğunu bilmekteyiz. Bu türden davranışları anlayabilmek için, reaksiyonların nasıl oluştuğunu ve enerjinin onların hızını nasıl etkilediğini bilmek zorundayız (Atkins ve Jones, 1997).

Reaksiyonların çoğu sıcaklık yükseldikçe daha hızlı gerçekleşirler. Sıcaklığın bu hızlandırıcı etkisinin günlük hayattaki bir uygulaması, yemek pişirmedir: arzu edilen tat ve kokuyu sağlamak ve sindirimi kolaylaştırmak için, hücre duvarlarının parçalanmasına ve proteinlerin bozunmasına yol açan reaksiyonları hızlandırmak amacıyla gıdaları pişiririz. Aksine, istenmeyen bozunmalara yol açan doğal kimyasal reaksiyonları yavaşlatmak için ise, gıdaları soğutmaktayız.

Sıcaklığın reaksiyon hızına etkisi, reaksiyona giren maddelerin reaksiyon verebilmeleri için enerjiye ihtiyaç duyduklarını düşünebiliriz. Gaz fazı reaksiyonlarının çarpışma teorisine göre, iki molekül belirli bir enerjiden daha az bir enerji ile çarpışılırsa, çarpışmadan sonra herhangi bir reaksiyon vermeksizin birbirlerinden uzaklaşırlar. Eğer moleküller belirli bir enerjiden daha yüksek bir enerji ile karşılaşılırsa, o durumda bağlar kırılır ve yeni bağlar oluşur. Reaksiyon için gerekli minimum enerji, reaksiyonun aktivasyon enerjisi,  $E_a$  olarak adlandırılır. Reaksiyona girenler en az  $E_a$  enerjisi ile çarpıştıkları zaman, ürünleri oluşturabilirler (Atkins, 1998).

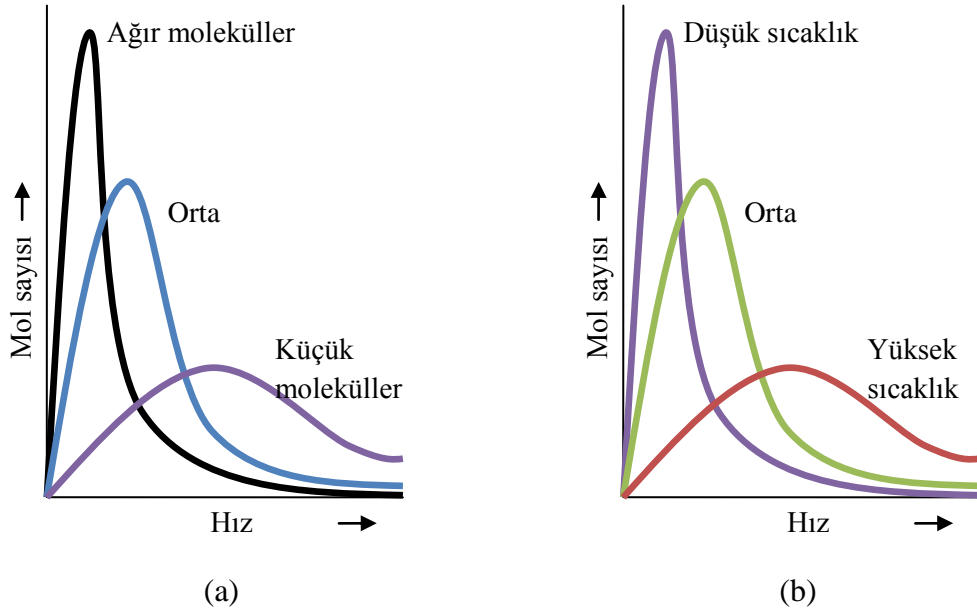


Şekil 1. Ekzotermik bir reaksiyonun ilerleyişi.

Reaksiyona giren moleküller birbirlerine doğru yaklaşırken, potansiyel enerjileri artar, engelin solunda yukarı doğru tırmanırlar. Eğer bu moleküller  $E_a$  enerjisinden daha az bir enerjiye sahipse engelde sola doğru geriye yuvarlanıp birbirlerinden tekrar ayrılırlar. Moleküller en az  $E_a$  değerinde bir enerjiye sahip olduklarında, engelin üstünden aşarak diğer tarafta aşağıya doğru yuvarlanabilirler. Artık bu moleküller ürünler olarak ayrılabilirler (Atkins, 1998).

Aktivasyon enerjisi ( $E_a$ )'ne eşit veya ondan daha büyük bir kinetik enerji ile çarpışan moleküllerin kesri, Maxwell'in hız dağılımı ile verilmektedir. Trafikteki arabalar gibi, tek tek moleküllerin hızları da geniş bir aralıkta değişir. Daha ötesi, bir molekül, bir diğeri ile çarpışırken, hızı iyice azalabilir. Daha ileri bir adımda, başka bir molekülün çarpışması sonucu, ses hızında hareket edebilir. Bir molekülün hızı ve yönü, her saniye birkaç milyon kere değişikliğe uğrar (Atkins ve Jones, 1997).

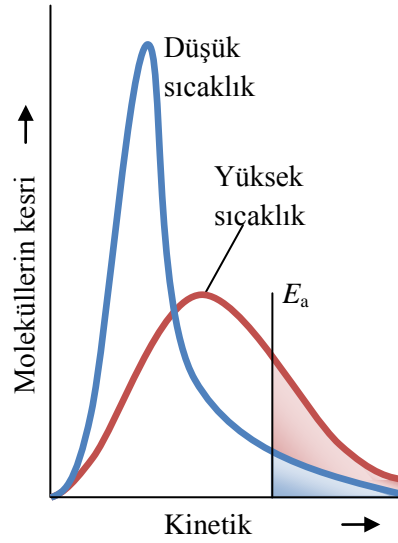
Değişken hareket hızının her bir değeri için, o hıza sahip moleküllerin sayıca kesrine, moleküller hız dağılımı denir.



Şekil 2. (a) Maxwell tarafından verilen dağılıma göre, birkaç gazın moleküler hızlarının aralığı. Bütün eğriler aynı sıcaklığa karşı gelir. (b) Aynı maddenin farklı sıcaklıklarda moleküler hızlarının aralığı.

Şekil 2a'da görülebileceği gibi molar kütle arttıkça, hızların dağılımı daralıyor. Hafif moleküller sadece yüksek ortalama hızlara sahip olmakla kalmaz, çoğunun hızı, ortalama hızdan çok farklıdır. Bu geniş hız dağılımı, hafif moleküllerin ağır moleküllere göre daha yüksek hızlara sahip olduklarını, küçük gezegenlerin çekim alanından uzaya kaçmalarının daha kolay olduğunu gösterir. Bu da, molekülleri çok hafif olan hidrojen ve helyum gazlarının, Jüpiter gibi yoğun gezegenlerde bolca bulunmalarına karşılık, dünya atmosferinde neden çok az bulduklarını açıklar (Atkins, 1998).

Şekil 2b'deki eğriler, sıcaklık yükseldikçe hız dağılımının genişlediğini gösterir. Düşük sıcaklıklarda, pek çok molekül, ortalama hıza yakın hızlara sahiptir. Sıcaklık arttıkça, ortalama hızdan farklı hızlara sahip moleküllerin oranı artar. Yüksek sıcaklıklarda, ortalama değerden çok çok daha hızlı olan moleküllerin sayıca oranı da yüksektir (Atkins, 1998).



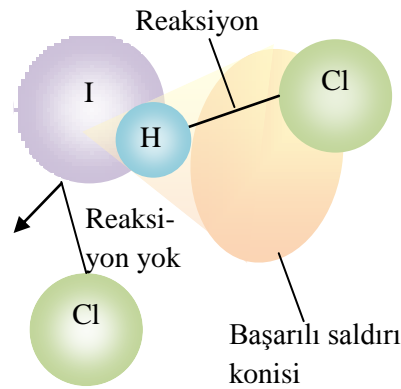
Şekil 3. En az aktivasyon enerjisine ( $E_a$ ) eşit bir kinetik enerji ile çarpışan moleküllerin kesri, (her bir eğrinin altındaki gölgeli alanlarla temsil edilmektedir).

Şekil 3'te mavi eğrinin altındaki gölgeli alanla gösterilmiş olduğu gibi, oda sıcaklığında, çok az sayıda molekül engeli aşmak için yeterli enerjiye sahiptir. Daha yüksek sıcaklıklarda, kırmızı eğrinin altındaki gölgeli alanla temsil edildiği gibi, moleküllerin çok daha büyük bir kesri reaksiyon verebilir.

Birçok reaksiyon için  $\ln k$  ile  $1/T$  arasında çizilen grafiğin bir doğru verdiği deneysel olarak bulunmuştur. Bu davranış, biri doğrunun başlangıç ordinatı, diğeri doğrunun eğimi olmak üzere, iki parametre verilmek suretiyle matematiksel olarak ifade edilir. Buna göre Arrhenius denklemi yazılır:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

$1/T = 0$ 'da doğrunun kesim noktası ile verilen  $A$  parametresi, ön-üstel faktör veya frekans faktörü olarak adlandırılır. Çarpışmaların sıklığı ve çarpışmanın reaksiyonla sonuçlanmasının yaklaşmanın yönüne de bağlı olabildiği gerçeği,  $A$  faktörü içerisinde hesaba katılır (Atkins, 1998).



Şekil 4. HI ile Cl<sub>2</sub> moleküllerinin gaz fazındaki reaksiyonu.

Klor atomlarının HI molekülleri ile gaz fazındaki reaksiyonunda,  $2HI + Cl_2 \rightarrow 2HCl + I_2$ ; diğer yönlendirmelerdeki çarpışmaların enerjisi aktivasyon enerjisini aşıya bile, Cl atomu, ancak şekilde gösterilen koni içerisindeki hat boyunca HI'ye yaklaşması halinde reaksiyon olabilir. Bu şekilde yöne bağlılık, reaksiyonun sterik gereksinimi olarak ifade edilir (Atkins, 1998).

Ön-üstel faktör (frekans faktörü) ve doğrunun eğiminden elde edilen  $E_a$  parametresi Arrhenius parametreleri olarak adlandırılır.

$E_a$ 'nın,  $\ln k$ 'nin  $1/T$ 'ye karşı grafiğinin eğimine eşit olması, aktivasyon enerjisi ne kadar yüksek ise, hız sabitinin sıcaklığa o kadar kuvvetle bağlı olduğunu vurgulamaktadır. Küçük aktivasyon enerjili (yaklaşık  $10 \text{ kJ.mol}^{-1}$ , çok yüksek olmayan Arrhenius eğimleri) reaksiyonların hızları, artan sıcaklıkla hafif ölçüde artar. Büyük aktivasyon enerjili (yaklaşık  $60 \text{ kJ.mol}^{-1}$ 'in üzerinde, yüksek eğimli Arrhenius doğruları) reaksiyonların hızları sıcaklığa çok fazla bağlılık göstermektedir (Atkins, 1998).

Çarpışma teorisi gaz fazında gerçekleşen reaksiyonları açıklar. Bu teori genişletilerek çözeltilerdeki reaksiyonlar da benzer bir şekilde açıklanabilir ve Arrhenius eşitliği bu reaksiyonlara da uygulanabilir. Daha genel olan bu teoriye aktifleşmiş kompleks teorisi adı verilmektedir.



Çözeltide iki molekül birbirine yaklaşır ve karşılaşma anında moleküllerin şekilleri bozulur. Bu bozulma, iki reaksiyona giren madde molekülünün karşılaşma çevrelerindeki çözücü molekülleri tarafından şiddetli vuruşlara maruz kalmalarına kadar vuku bulmayabilir. Her bir durumda çarpışma veya vuruş aktifleşmiş kompleks oluşumuna yol açar. İki molekülün birleşmiş hali olan bu kompleks ya ürünleri oluşturur ya da değişmemiş haldeki reaksiyona giren moleküllerine ayrılır. Aktifleşmiş komplekste, başlangıçtaki bağlar daha uzamış ve zayıflamış bir halde bulunurken, yeni bağlar sadece kısmen oluşmuş durumdadır (Atkins, 1998).

#### 1.2.4. Kataliz

Bir reaksiyonun hızını sıcaklıkla artırmak çoğunlukla yüksek enerji maliyetini beraberinde getirir. Bununla birlikte sıcaklıkla bozunması muhtemel ürünlerle çalışılıyor olabilir ve istenen ürünün elde edilmesinde zaman kazanmak planlanırken, ürün elde etmek imkânsızlaştırılmış olabilir. Bazı reaksiyonlar ise yüksek sıcaklıkta düşük verimle sonuçlanmaktadır (örneğin ekzotermik reaksiyonlar).

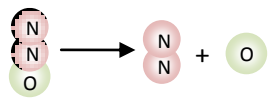
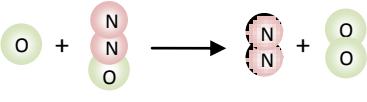
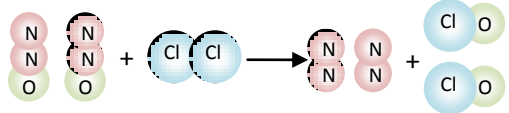
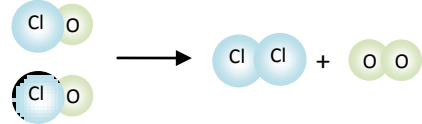
Sıcaklığı yükseltmeden reaksiyonları hızlandırmanın bir yolu katalizör kullanmaktır. Katalizör; Yunancada “bir araya gelerek kırma”, Çince “çöp çatan” anlamlarına gelmektedir ve bu ifadeler katalizörü iyi bir şekilde ifade etmektedir. Katalizör, reaksiyonda kendisi harcanmaksızın reaksiyon hızını artıran bir maddedir. Çoğu durumda katalizörün sadece küçük bir miktarı yeterlidir, çünkü aynı katalizör tekrar tekrar işlevini yerine getirir. Katalizör, reaksiyona girenlerden ürünlere alternatif bir yol sağlayarak reaksiyonu hızlandırır. Bu yeni yol başlangıçtakine göre daha düşük aktivasyon enerjili bir yoldur (Atkins ve Jones, 1997).

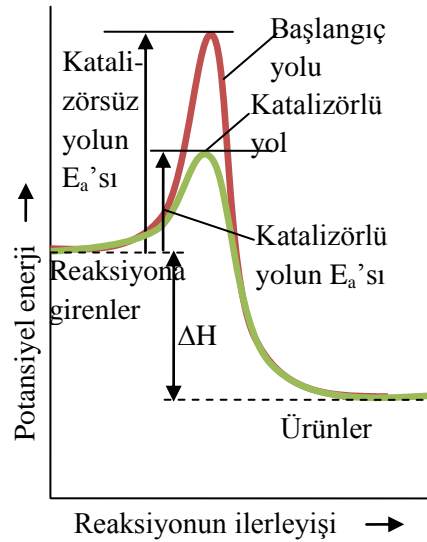
Diazotoksitin; azot ve oksijene parçalanması reaksiyonu ( $2N_2O_{(g)} \rightarrow 2N_{2(g)} + O_{2(g)}$ ) için; katalizörsüz ve  $Cl_2$  gazı katalizörlüğündeki reaksiyon mekanizmaları Tablo 1.2'deki gibidir. Her iki sütunda da 1. ve 2. adımlar toplandığında toplam reaksiyon  $2N_2O_{(g)} \rightarrow 2N_{2(g)} + O_{2(g)}$  şeklinde olur ve aynı ürüne ulaştıran farklı aktivasyon enerjili iki yol söz konusudur. Düşük aktivasyon enerjili yol zamandan kazanım sağlar.

Burada  $\text{Cl}_2$  molekülleri, reaksiyona katılmakla birlikte, tüketilmemekte ve tekrar tekrar kullanılabilir (Mortimer,1989).

Tablo 1.2.

*Katalizlenmiş ve Katalizlenmemiş Reaksiyonlar ve Aktivasyon Enerjileri.*

Katalizlenmemiş Reaksiyon	Katalizlenmiş Reaksiyon
<p>1.</p>  <p>2.</p>  <p><math>E_a = 240\text{kJ}</math></p>	<p>1.</p>  <p>2.</p>  <p><math>E_a = 140\text{kJ}</math></p>



Şekil 5. Katalizörlü ve katalizörsüz reaksiyonların aktivasyon enerjilerinin karşılaştırması

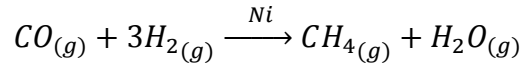
Şekil 5'ten iki sonuç çıkarılabilir:

1. Katalizlenmiş tepkimenin entalpi değişimi,  $\Delta H$ , katalizlenmemiş tepkimeye ait entalpi değişimi ile aynıdır.

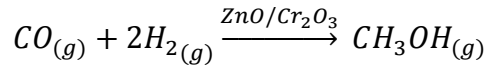
2. Tersinir tepkimelerde, katalizörün ileri ve geri (ya da ters) tepkimeler üzerindeki etkisi aynıdır. Bu nedenle, ileriye doğru olan tepkimenin aktifleşme enerjisi ne kadar düşürüldüyse, geriye doğru olan tepkimenin de aktifleşme enerjisi o kadar düşürülür ve böylece denge bileşimi, dolayısıyla denge sabiti değişmeden kalır (Mortimer,1989).

Bir katalizörün bütün reaksiyonları hızlandırması gibi bir beklenti hatalı olur, katalizörün reaksiyona göre seçilmesi gerekmektedir. Aynı giren maddelerden farklı katalizör kullanımıyla farklı ürünler elde etmek de mümkün olabilmektedir. Örneğin, karbonmonoksit ve hidrojen gazlarından;

- ✓ Kobalt veya nikel katalizörlüğünde hidrokarbonlar karışımı,

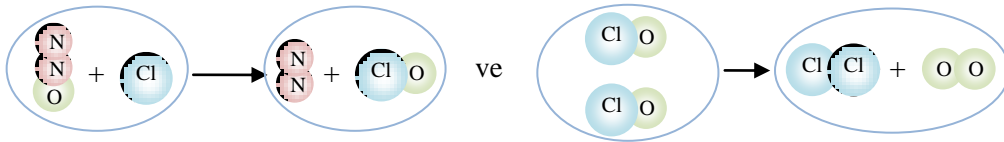


- ✓ Çinko oksit ve kromik oksit karışımı katalizör olarak kullanılırsa, metanol,



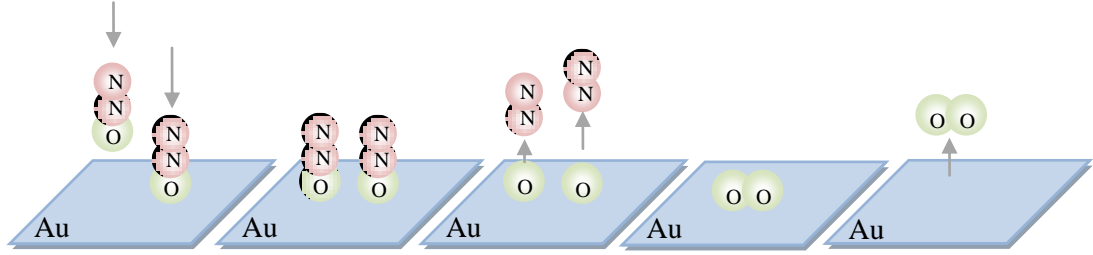
elde edilir (Mortimer,1989).

Reaksiyona girenlerle aynı fazda olan katalizörler homojen kataliz sağlarlar (Mortimer,1989).



Şekil 6. N<sub>2</sub>O gazını Cl<sub>2</sub> gazı ile homojen katalizi.

Katalizör ve reaksiyona giren maddeler farklı fazlarda olduğunda heterojen kataliz söz konusudur. Gaz fazı veya sıvı faz reaksiyonlarında kullanılan ince öğütülmüş (toz haline getirilmiş) katılar veya gözenekli katılar en yaygın heterojen katalizörlerdir. Bu tür işlemlerde, tepkimeye giren moleküller katalizör yüzeyinde adsorplanır ve tepkime yüzeyde gerçekleşir (Mortimer,1989).

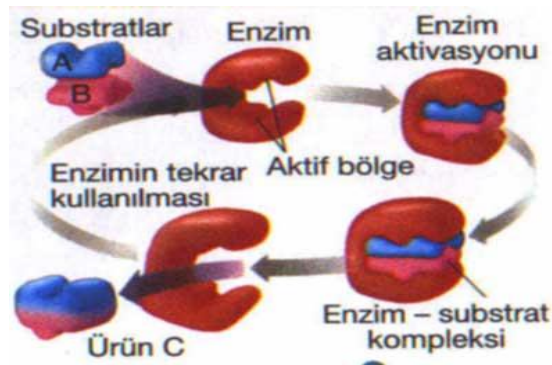


Şekil 7.  $N_2O$ 'nun altın yüzeyinde bozunmasına ilişkin önerilen model.

Bir reaksiyona giren madde molekülü adsorplanırken, onun bağları zayıflar ve bağların daha kolayca kırılmasından dolayı reaksiyon daha hızlı bir şekilde ilerler (Mortimer,1989).

Katalitik zehirler katalizörün aktivitesini inhibe eden maddelerdir. Bu şekilde zehirlenmenin yaygın bir sebebi, bir molekülün katalizöre sıkı bir şekilde adsorplanarak onun yüzeyini reaksiyona kapatmasıdır. Bunun bir örneği katalitik dönüştürücülerde kullanılan metal oksit katalizörlere kurşunun zehirleme etkisidir. Bu nedenle konvertör bulunan taşıtlarda kurşunsuz yakıtın kullanılması gerekmektedir.

Canlı katalizörler: Enzimler olarak bilinen doğal katalizörler yaşam için çok büyük bir öneme sahiptir. Son derece karmaşık yapılara sahip olan enzimler sindirim, solunum ve hücre sentezi gibi oldukça önemli yaşam proseslerini katalizlerler. Canlı bünyesinde oluşan ve yaşam için gerekli olan çok sayıda karmaşık kimyasal tepkime, enzimlerin etkisiyle oldukça düşük vücut sıcaklığında oluşabilmektedir. Bilinen binlerce enzimin her biri, kendine özgü bir fonksiyonu yerine getirir. Enzimlerin etkileri ve yapıları üzerine yapılan oldukça yoğun araştırmalar, hastalık nedenlerinin ve büyüme mekanizmasının anlaşılabilmesine yardımcı olabilecektir (Atkins ve Jones, 1997).



Şekil 8. Enzimin substrat üzerine etkisinin temsili gösterimi.

Katalizörler, reaksiyonun oluştuğu yiv şeklinde etkin merkezi olan proteinlerdir. Enzimin üzerine etki ettiği substrat molekülü yaklaştıkça enzim molekülü biçimini hafifçe değiştirir. Yiv içerisinde substrat da reaksiyon vermeye uygun olan bir biçim değişikliğine gider. Böylece yapısı değişmiş olan substrat molekülü daha sonra, bir başka enzim tarafından kontrol edilen, sonraki basamakta kullanılmak üzere salıverilir ve başlangıçtaki enzim molekülü başka bir substrat molekülünü almak üzere ilk haline gelmiş olur.

Enzimler de katalitik zehirlenmeye uğrayabilir. Enzimin etkin merkezine bağlanan yabancı bir substrat merkezi tıkar ve enzimin etkinliği kaybolur. Sonuç olarak, hücredeki biyokimyasal olaylar zinciri durur ve hücre ölür. Sinir gazları canlılarda bu şekilde bir etki yaratır (Atkins, 1998).

### **1.2.5. Reaksiyon Mekanizmaları**

Bir ozon molekülü bir oksijen molekülüne nasıl dönüşmektedir? Yakıt ve hava karışımı bir motor içerisinde tutuşturulduğunda, atomik düzeyde hangi etkileşmelerle karbondioksit ve suya dönüşmektedir? Klorofloro karbon (CFC) molekülleri, atmosferin yükseklerinde ozon tabakasında delik açarken atomlar düzeyinde gerçekten ne olup bitmektedir? Kinetik veriler, kimyasal reaksiyonlar meydana geldiği zaman, moleküler düzeyde meydana gelen süreçlere bir pencere açar (Atkins ve Jones, 1997).

Bir reaksiyona ait kimyasal eşitliğe bakarak bir hız ifadesi tahmin edemeyişimizin nedeni, çoğu reaksiyonların, her biri sadece çok az sayıda molekül ve iyon içeren, birkaç veya çok sayıda temel reaksiyon diye adlandırılan adımlardan oluşmasıdır (Atkins, 1998).

Bir reaksiyonun nasıl cereyan ettiğini anlamak için, o reaksiyona ait bir reaksiyon mekanizması öneririz: bir dizi temel reaksiyondan oluşan mekanizma, reaksiyona girenlerin ürünlere dönüşümü esnasında gerçekleştiğine inandığımız atomik değişimleri tasvir eder. Bir tepkimeye ilişkin mekanizma, hız eşitliğine ve tepkime ara ürünlerinin saptanması gibi başka bulgulara dayanarak önerilir. Bu nedenle mekanizma

yalnızca bir önermedir. Kinetik bilginin, önerilen bir mekanizmayı sadece desteklemesi söz konusu olup, ispatlaması mümkün değildir. İleri sürülen bir mekanizmanın kabulü, eldeki verilerle uygunluğa dayalıdır (Atkins ve Jones, 1997).

Temel bir reaksiyonun moleküleritesi, temel bir reaksiyonda reaksiyona girmek için bir araya gelen moleküllerin sayısıdır. Tek molekülle reaksiyonda, ozonun oksijen atomu ve oksijen molekülüne parçalanmasında olduğu gibi ( $O_3 \rightarrow O_2 + O$ ), tek bir molekülün atomları yeni bir düzenlemeye uğrar. İki molekülle bir reaksiyonda, bir çift molekül çarpışmalar ve sonuçta enerjide, atom veya atom gruplarında değişme meydana gelir veya diğer bazı değişmelere uğrar ( $O + O_3 \rightarrow O_2 + O_2$ ). Moleküleritenin mertebeden ayırt edilmesi önemlidir. *Reaksiyon mertebesi* ampirik bir büyüklüktür ve deneysel olarak hız denkleminde bulunur. *Molekülerite* bir mekanizmada ayrı bir adım olarak önerilen basit bir reaksiyonda ürün vermek için bir araya gelen moleküllerin sayısını göstermektedir (Atkins, 1998).

Kimyasal eşitliklerden hız ifadelerinin yazılması, sadece temel reaksiyonlar için mümkündür. Moleküleritesi bir olan bir reaksiyon, yeterli enerjiye sahip tek bir türün kendi kendine bozunmasına dayalı olup her zaman birinci mertebeden bir hız ifadesine sahiptir. Moleküleritesi iki olan bir reaksiyon ise, iki tür arası çarpışmaya dayalı olup ikinci dereceden bir hız ifadesine sahiptir (Atkins ve Jones, 1997).

Stratosferde ozonun güneş ışınları etkisiyle bozunması reaksiyonunu inceleyelim:

➤ Reaksiyonun tek adımda oluştuğunu düşünebiliriz;

	Molekülerite	Temel reaksiyon	Hız ifadesi
Tek adım	2	$O_3 + O_3 \rightarrow O_2 + O_2 + O_2$	$hız = k_1[O_3]^2$
Geri reak.	3	$O_2 + O_2 + O_2 \rightarrow O_3 + O_3$	$hız = k'_1[O_2]^3$

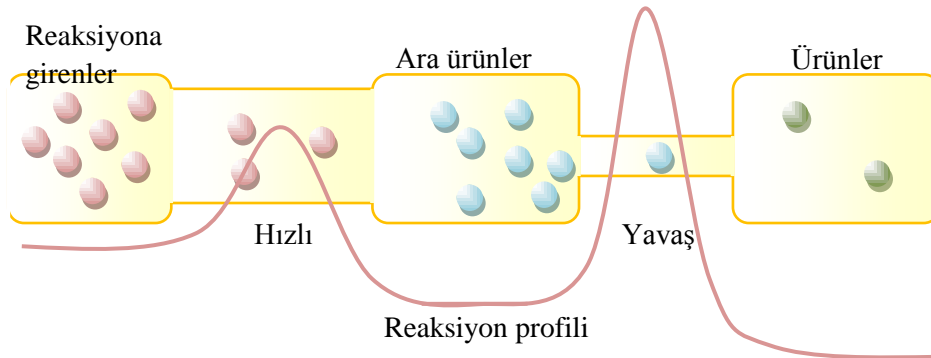
Yukarıda da görüldüğü gibi tek adımda ilerleyen reaksiyonun geri reaksiyonu üç moleküleriteye sahip bir reaksiyondur ve bu tip reaksiyonlar pek yaygın değildir; çünkü

normal şartlar altında üç molekülün aynı anda etkin doğrultu ve yeterli enerjide birbiriyle çarpışması çok düşük bir olasılıktır.

➤ İki temel reaksiyon içeren bir mekanizma önerebiliriz;

	Molekülerite	Temel reaksiyon	Hız ifadesi	
1. adım:	1	$O_3 \rightarrow O_2 + O$	$hız = k_1[O_3]$	Hızlı
2. adım:	2	$O + O_3 \rightarrow O_2 + O_2$	$hız = k_2[O][O_3]$	Yavaş
1. adımın geri reak.	2	$O_2 + O \rightarrow O_3$	$hız = k'_1[O_2][O]$	Hızlı
2. adımın geri reak.	2	$O_2 + O_2 \rightarrow O + O_3$	$hız = k'_2[O_2]^2$	Çok çok yavaş

Toplam reaksiyon için bir hız ifadesi elde etmek üzere temel reaksiyonlara ait hız ifadelerini birleştirmek için, hangi adımın hız belirleyici adım olduğunu bilmeliyiz; diğerlerine göre çok daha yavaş olan temel ileri reaksiyon, toplam reaksiyonun hızını belirler. Deneysel olarak belirlenmiş bir hız ifadesinde reaksiyon ara ürünleri yer almayacağı için, öngörülen hız ifadesinde de ara ürünlerin yer almamasına dikkat edilmelidir.



Şekil 9. İki basamaklı bir reaksiyona ait reaksiyon profili.

Hız belirleyici basamağın varlığı tek şeritli bir köprüye altı şeritli bir anayolun bağlanmasına benzetilebilir. Bu durumda trafik akışı köprüden geçme hızı ile yönlendirilir. Genelde hız belirleyici basamağın, hız sabiti en küçük olan basamak olduğu görülür. Önerilen bir mekanizmayı esas alarak toplam reaksiyon için bir hız ifadesi yazarken, toplam hız eşitliğini hız belirleyici adımın hızına göre düzenleriz.

Bu nedenle ozonun oksijene bozunma reaksiyonu için hız belirleyici adım;  $O + O_3 \rightarrow O_2 + O_2$  ve hız ifadesi  $hız = k_2[O][O_3]$ 'dir. Bu ifade toplam reaksiyonun hız ifadesi olarak alınır. Bu reaksiyonun geri yöndeki reaksiyonu ise ihmal edilebilecek kadar çok yavaştır.

Hız ifadesinden ara ürün O atomu derişimini yok etmek için, ilk adım ve ters reaksiyonu kullanılabilir;



Bu iki temel reaksiyon hızların eşit olduğu dinamik bir denge oluşturmaktadır;

$$k_1[O_3] = k'_1[O_2][O] \quad \Rightarrow \quad [O] = \frac{k_1[O_3]}{k'_1[O_2]}$$

Toplam hız eşitliğinde bu değer yerine yazılırsa, hız ifadesi;

$$hız = k_2[O][O_3] \quad ve \quad [O] = \frac{k_1[O_3]}{k'_1[O_2]} \quad \Rightarrow \quad hız = \frac{k_1 k_2}{k'_1} \times \frac{[O_3]^2}{[O_2]}$$

şeklinde olur. Bu ifade, deneysel olarak bulunan hız ifadesi ile aynıdır. Bu mekanizma hem denkleştirilmiş eşitlik hem de deneysel hız ifadesi ile uyduğundan, onu kabul edilebilir bir mekanizma olarak düşünebiliriz; (Atkins, 1998).

1. Adım:  $O_3 \rightleftharpoons O_2 + O$  (hızlı denge)
2. Adım:  $O + O_3 \rightarrow O_2 + O_2$  (yavaş)

### 1.2.6. Hız ve Denge

$A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightarrow 2AB_{(g)}$  reaksiyonunda, reaksiyonun başlangıcında ortamda AB bulunmadığı için ters yöndeki tepkime gerçekleşmez, buna karşın ileri tepkime ile oluşmaya başlayan AB ile geri tepkime de başlar. Reaksiyon kabında  $A_2$  ve  $B_2$  konsantrasyonu giderek azalır ve ileri reaksiyon hızı da yavaşlar, bununla birlikte AB derişimi gittikçe artar ve geri reaksiyon hızı artar. Bir noktadan sonra ileri yöndeki reaksiyon hızı geri reaksiyon hızı ile eşitlenir ve dinamik bir denge kurulur; yani  $A_2$  ve



B<sub>2</sub>'den AB oluşum hızı ile AB'nin A<sub>2</sub> ve B<sub>2</sub>'e bozunma hızı aynıdır ve reaksiyon kabındaki maddelerin derişimleri sabit kalır. İleri ve geri yöndeki reaksiyonların basit tek basamaklı mekanizma ile oluştuğunu varsayarsak, ileri ve geri reaksiyon hızları sırası ile;

$$v_i = k_i[A_2][B_2] \quad \text{ve} \quad v_g = k_g[AB]^2$$

şeklinde yazılır. Denge de her iki hız birbirine eşit olduğundan,

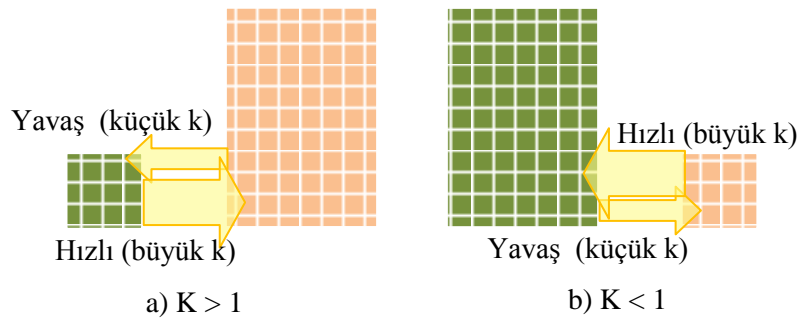
$$v_i = v_g \quad \text{ve} \quad k_i[A_2][B_2] = k_g[AB]^2 \Rightarrow \frac{k_i}{k_g} = \frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]}$$

$\frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]}$  oranı  $A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightarrow 2AB_{(g)}$  reaksiyonuna ait denge sabitini (K), verdiğinden,

$$\frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]} = K = \frac{k_i}{k_g}$$

ile gösterildiği gibi denge sabitinin, ileri ve geri yöndeki reaksiyonlara ait hız sabitlerinin oranına eşit olduğu söylenebilir (Atkins, 1998).

Hız sabitleri ve denge sabiti arasındaki bu ilişki, hangi durumlarda büyük denge sabiti ile karşılaşabileceğimiz hakkında yorum yapabilmemize imkân tanır (Atkins ve Jones, 1997).

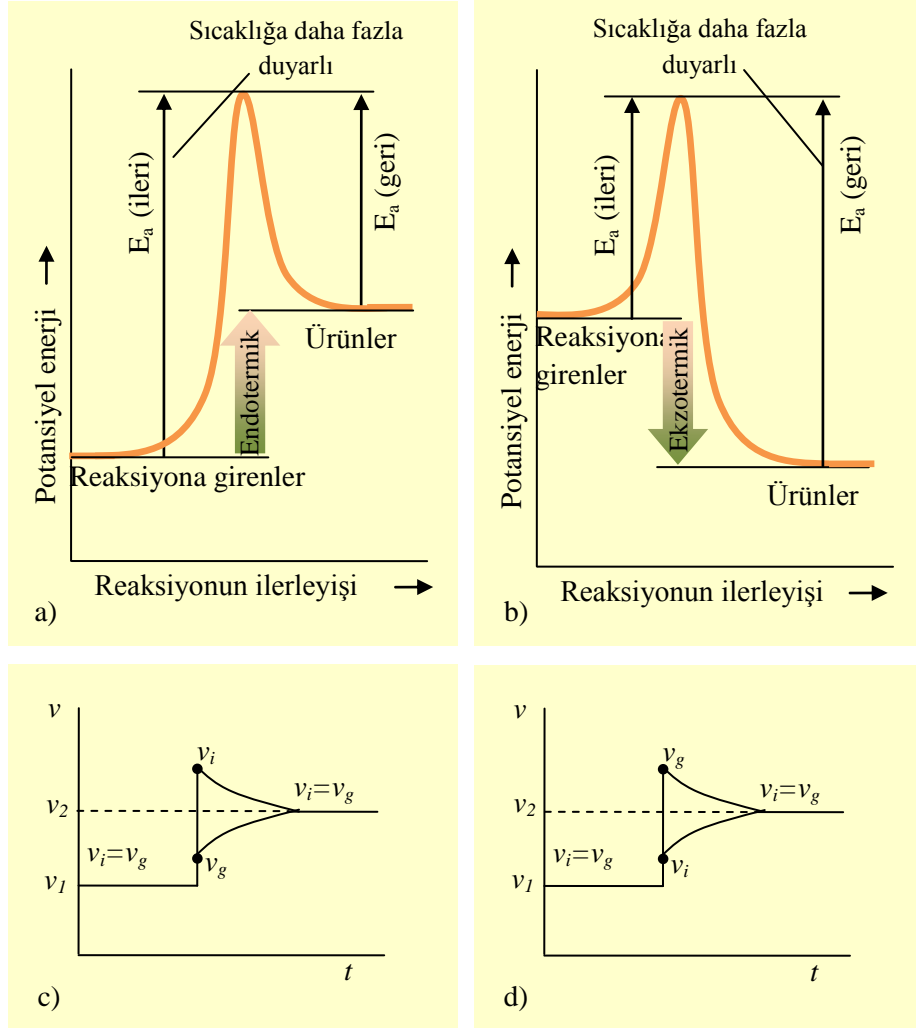


Şekil 10. Hız sabitleri ve denge sabiti arasındaki ilişki.

İleri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyük olduğunda  $K > 1$  olacaktır. Bu durumda hızlı yürüyen ileri reaksiyon dengeye ulaşıncaya dek yüksek bir ürün derişimi oluşturur. Aksine geri reaksiyon hızı ileri reaksiyon hızından

büyük olduğu takdirde,  $K < 1$  olacaktır, bu durumda geri reaksiyon ürünleri hızlıca harcar ve dengeye ulaşıldığında ürün derişimi daima küçük kalır.

Denge sabitinin hız sabitleri ile ifade edilmesi Le Chatelier prensibinin ekzotermik ve endotermik reaksiyonlar üzerine uygulanmasını açıklar.



Şekil 11. a) Endotermik reaksiyon, b) Ekzotermik reaksiyon,

Sıcaklık artışının; c) Endotermik bir reaksiyonun hızına etkisi, d) Ekzotermik bir reaksiyonun hızına etkisi.

Endotermik ve ekzotermik reaksiyonların her ikisinin de artan sıcaklıkla reaksiyon hızları artar. Sıcaklık artışıyla denge durumu bozulur. Aktivasyon enerjisi büyük olan reaksiyon sıcaklığa karşı daha duyarlı olacağından endotermik reaksiyonda (Şekil 11a) ileri reaksiyon hızı geri reaksiyon hızına göre daha hızlı artar (Şekil 11c), ekzotermik reaksiyonda (Şekil 11b) ise geri reaksiyon hızı ileri reaksiyon hızına göre

daha fazla artar (Şekil 11d). Endotermik reaksiyonda reaksiyon ilerledikçe girenlerin konsantrasyonları azalırken, ürünlerin konsantrasyonu artar, böylece bir süre sonra ileri reaksiyon hızı düşerken geri reaksiyon hızı artar, bu iki yöndeki reaksiyon hızları tekrar eşitleninceye kadar devam eder ve eşitlik sağlandığında denge yeniden kurulmuş olur (Şekil 11c). Ekzotermik reaksiyonda ise geri reaksiyon hızı ileri reaksiyon hızından daha fazla arttığından zamanla girenlerin konsantrasyonları denge durumuna göre artarken, girenlerin konsantrasyonları azalır, dolayısıyla geri reaksiyon hızı düşerken, ileri reaksiyon hızı artar ve hızlar eşitlendiğinde yeniden dengeye ulaşılmış olur (Şekil 11d). Bu hız eşitlemesi bir önceki denge durumundaki hızdan daha büyük bir hızda gerçekleşir. Dolayısıyla sıcaklık artışı her iki tür reaksiyonun da hızını artırır.

### **1.3. Araştırmanın Konusu ve Problemi**

Probleme Dayalı Öğretim Modelinin “Kimyasal Kinetik” konusunun öğretimine uygulanması araştırmanın konusunu oluşturmaktadır. “Fizikokimya Laboratuvarı dersi kapsamında probleme dayalı öğretim modeli esas alınarak gerçekleştirilen deneysel etkinliğin, öğrencilerin akademik başarıları ve hatırd tutma düzeyleri üzerindeki etkileri nelerdir?” sorusu araştırmanın problemini ifade etmektedir.

### **1.4. Araştırmanın Amacı**

Araştırmada Probleme Dayalı Öğretim Modeli esas alınarak deney yöntemi ile yapılan uygulamanın, kimya eğitimi lisans öğrencilerinin” kimyasal kinetik” konusunu öğrenme düzeyleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

#### **1.4.1. Alt Problemler ve Hipotezler**

- 1) Öğrenciler belirli bir reaksiyonun hızının ve hız denkleminin belirlenmesinde kullanılan ilkeleri kavramış mıdır?
- 2) Öğrenciler reaksiyon hızı üzerine sıcaklığın etkisini nicel olarak kavramış mıdır?

H<sub>0</sub>1: “Kimyasal Kinetik” konusunun öğretimi kapsamında gerçekleştirilen probleme dayalı öğretim esaslı deneysel etkinliklere katılan öğrencilerin uygulamadan önce ve

sonra, sırasıyla ön-test ve son-test aracılığıyla belirlenen akademik başarı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

H<sub>02</sub>: Öğrencilerin kimyasal kinetik konusu ile ilgili öğrenmelerinin kalıcılık düzeyleri açısından, etkinlik sonrası uygulanan son test 1 ile araştırmanın son haftasında uygulanan son test 2 sonuçları arasında fark yoktur.

### **1.5. Araştırmanın Gerekçesi**

Kimya konuları arasında yer alan Kimyasal Kinetik konusu mikroskobik düzeyde gerçekleşen olguları incelediğinden öğrencilerin anlamakta zorlandıkları konular arasında yer almaktadır. Bununla birlikte bilim dünyasının da tam olarak açıklayamadığı bir takım olguları barındırması, konu hakkında hala bazı belirsizliklerin var olması, bilimin doğasını kavrayamamış öğrencilerin konuyu öğrenmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle konunun etkili bir şekilde öğretimine katkıda bulunacak doğru bir model ve yöntemin tespit edilmesi ve tüm yönleriyle incelenmesi gerek yolun başında olan öğretmenlere, gerekse tüm deneyimlerine rağmen yetersiz kaldıklarını düşünen öğretmenlere yol gösteren bir ışık olabilecektir.

### **1.6. Kabuller Sınırlılıklar**

#### **1.6.1. Kabuller:**

Kimyasal Kinetik konusunun probleme dayalı öğretim modeli esas alınarak öğretimi için ön görülen süre yeterlidir ve örneklem grubu oluşturan öğrenciler uygulanan testlere önemseyerek ve samimi olarak cevap vermişlerdir.

#### **1.6.2. Sınırlılıklar:**

Bu araştırma 2011–2012 öğretim yılı güz yarıyılında Atatürk Üniversitesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı Fizikokimya dersini alan 3. sınıf kimya eğitimi lisans öğrencileri ile sınırlıdır. Araştırmada kullanılan sorular ve testler araştırmacı tarafından hazırlanmış yapı ve kapsam geçerliliği uzman akademisyenlerce denetlenmiştir.

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Probleme dayalı öğretim modelinin etkinliğinin belirlenmesine yönelik olarak yapılmış olan bazı çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Şemin ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada probleme dayalı öğretimin öğrencilerin bireysel gelişimlerine olan etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, eğitimlerinin birinci yılını tamamlayan 63 öğrenciye dönem sonrasında 29 soruluk bir anket uygulanmışlardır. İletişim, değerlendirme ve yorum, takım çalışması, problemlerle baş etme hekimlik mesleğinin en önemli özellikleri olduğunu belirten yazarlar, probleme dayalı öğretimin bu özellikleri kazandırma yönünde en etkili metotlardan birisi olduğunu ve bu uygunluğun yapılan bu çalışmayla bir kez daha ispatlandığını vurgulamışlardır.

Harland (2002), çalışmasında, probleme dayalı öğrenme yaklaşımı ile işlenen biyoloji derslerinde, öğrencilerin ilgi ve tutumlarının arttığı ve araştırma ve geliştirme çalışmalarının, sorumluluk alma gibi faktörler üzerinde, geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Kaptan ve Korkmaz (2002), çalışmalarını 7. Sınıf öğrencilerinin fen derslerinde akademik başarıları, akademik benlik kavramları ve çalışma sürelerine etkisini belirlemek için proje tabanlı öğrenme yaklaşımını esas olarak dersi işlemişlerdir. Araştırmada, deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup oluşturmuşlardır. Kontrol grubunda, dersler geleneksel bir metot işlenirken deney grubunda ise proje tabanlı öğrenme yaklaşımına dayalı bir fen öğretimi uygulanmışlardır. Deneysel süreç sonucunda akademik başarı, akademik benlik kavramları ve çalışma süreleri açısından deney grubu lehine, gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.

Sunblad ve ark. (2002), geleneksel yöntem ve probleme dayalı öğretim modelini öğrencilerin bilişsel işlem becerileri üzerine etkileri bakımından karşılaştırmak amacıyla psikoterapi dersinde bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Deney grubunda PDÖ modeli, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Kontrol grubundaki öğrencilerin öğrenmeleri bilgi düzeyinde kalırken, probleme dayalı öğretim modelinin tercih edildiği deney grubundaki öğrencilerin bilgiyi hatırlama ve uygulamada kontrol grubuna nazaran daha başarılı olduklarını belirlemişlerdir.

Ying (2003), araştırmasında Çin’de büyük şehirlerde yaşanan hava kirliliğini problem durumu olarak kullanmış ve Fizikokimya dersini bu problem çerçevesinde PDÖ modelini kullanarak işlemiştir. Teorik araştırmaların yanında laboratuvar uygulamalarına da yer verilen çalışmada öğrencilerden hava kirliliğinin sebepleri, fiziksel ve kimyasal etkileri üzerine araştırmalar yapmaları istenmiş ve süreç boyunca gelişimleri incelenmiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin araştırma becerileri, yaparak-yaşayarak öğrenme yetenekleri ve uygulama becerilerinin geliştiği vurgulanmıştır.

Sungur (2004), çalışmasında probleme dayalı öğrenme modelinin lise öğrencilerinin boşaltım sistemi konusundaki akademik başarılarına, performans becerilerine, biyoloji dersindeki motivasyonlarına ve öğrenme stratejilerine etkisini incelemiştir. Sınıfları deneysel grubu ve kontrol grubu olmak üzere rastgele iki gruba ayırmışlardır. Deney grubunda dersler probleme dayalı öğrenme modeli doğrultusunda işlenirken, kontrol grubunda geleneksel biyoloji öğretim yöntemi kullanılmıştır. Deney grubunda, bir hastanın durumunu ortaya koyan iyi yapılandırılmamış problemler ilgili konuların öğrenilmesi için temel oluşturmuş ve öğrenciler bu problemlere çözümler üretirken gruplar halinde ve aynı zamanda bireysel olarak da çalışmışlardır. Kontrol grubunda ise dersler öğretmenin açıklamaları ve ders kitaplarına dayalı olarak işlenmiştir. Çalışmada insanda Boşaltım Sistemi Başarı Testi ve Öğrenmede Gündüsel Stratejiler Anketi öğrencilerin akademik bilgilerinin, üst düzey öğrenme yeteneklerini, performans becerilerini, biyoloji dersindeki motivasyonlarını ve öğrenme stratejilerini belirleyebilmek için her iki gruba da uygulanmıştır. Sonuçlar probleme dayalı öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarılarına, performans becerilerine, içsel değeri de

kapsayan motivasyon bileşenlerine ve biliş ötesi kendi kendini ayarlama becerilerine etkisi olduğunu göstermiştir.

Dochy ve ark. (2005), probleme dayalı öğrenme ortamlarının temel değişkenlerini ve öğrencilerin öğrenmeyi geliştiren algılarını ortaya koymak amacıyla yürüttükleri çalışmalar ışığında, öğrenme ortamlarını öğrencilerin algılarında önemli ölçüde farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Mc Donnell ve arkadaşları (2007) yaptıkları çalışmalarında, PDÖ mini projeler ile kimya laboratuvarında öğrencilerin pratik kimya becerilerini gelişimini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin bu uygulama sonucunda daha iyi tutumlar geliştirdiklerini göstermişlerdir.

Sifoğlu (2007), 8. Sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersinde, “Kalıtım” konusunu öğrenmelerinde yapısalcı ve probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrenci başarısına etkisini belirlemek amacıyla betimsel bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda her iki öğrenme yaklaşımının bilgi kalıcılığında ekili olduğu, ancak probleme dayalı öğrenme yaklaşımıyla işlenen dersin, yapısalcı öğrenme yaklaşımıyla işlenen derse göre öğrenci başarı düzeyini artırmada daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Gibbings, Lidstone ve Bruce (2008), yaptıkları çalışmada PDÖ yönteminin uygulandığı grubun eleştirel düşünme, problem çözme yeteneklerinin yaşam boyu öğrenme becerilerinin geliştiği ve bilgi transferi yapabilme gibi özelliklerinin geliştiği ortaya konmuştur.

Severiens ve Schmidt (2009), yaptıkları çalışma sonucunda ‘PDÖ bir aktivite ve işbirlikçi ortam olarak kabul edilebilir, çünkü en eski araştırmalar dahi bu noktada olumlu sonuçlar vermiştir. Açıkça görünüyor ki sosyal ve akademik uyumun düzeylerine PDÖ’nin etkileri olumlu yöndedir.’ şeklinde açıklamada bulunmuşlardır.

Williams ve arkadaşları (2010), ‘Kimyasal Esaslar’ konusunun PDÖ ile öğretimini 5-6 kişilik küçük gruplar üzerinde çalışmışlardır. Araştırmanın sonuçlarını nitelik ve nicelik olarak değerlendirmişlerdir. Sınıfın araştırma sonucu elde ettiği

puanları önceki yıllarda elde edilen puanlarla karşılaştırılması sonucunda PDÖ ile elde edilen puanların daha yüksek olduğunu yaptıkları grup çalışması ile göstermişlerdir.

Sandi-Urena ve arkadaşları (2011), yaptıkları çalışmada üniversite öğrencilerinin genel kimya laboratuvarındaki etkinliklerini araştırmayı amaçlamışlardır. Öğrenciler proje tabanlı öğrenme ile işbirlikçi çalışmaya teşvik edilmişlerdir. Çalışmanın nitel sonuçları öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği, bilişsel stratejilerini artırdığı, kendilerini keşfetme ve bilgileri içselleştirme kabiliyetlerini artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Elbistanlı (2012), araştırmasında probleme dayalı öğrenme yönteminin 11. Sınıf öğrencilerinin ‘Kimyasal Denge’ konusunu öğrenmelerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla ‘Kimyasal Denge’ konusunu PDÖ yöntemi ile öğrenen 11. Sınıf öğrencileri ile geleneksel yöntemle öğrenen öğrencilerin akademik başarı, bilimsel işlem becerileri ve kimya dersine karşı tutumları karşılaştırmıştır. Elde edilen sonuçlar; PDÖ yönteminin öğrencilerin akademik başarı ve Kimya dersine karşı tutumlarını artırmada geleneksel yöntemden daha etkili olduğunu ancak bilimsel işlem becerilerini geliştirmede geleneksel yöntemden daha etkili olmadığını ortaya koymuştur.

Kızılcık (2012), çalışmasında, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde kavramakta güçlük çektikleri ısı ve sıcaklığa ilişkin temel kavramların ve bu kavramlar arası ilişkilerin Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) sürecindeki değişiminin nasıl gerçekleştiğini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda PDÖ' nün kavramsal değişime olumlu katkıları olduğu görülmüştür. PDÖ'nün duyuşsal etkileri olumlu bulunmuştur.

Moralı (2012), fen ve teknoloji dersi öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısına, fen ve teknoloji dersi tutumuna ve fen ve teknoloji dersi motivasyonuna etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma ön test ve son test kontrol gruplu deneme modeline göre desenlenmiş ve gerçekleştirilmiştir. Deney grubuna probleme dayalı öğrenme yaklaşımını, kontrol grubuna ise geleneksel yaklaşımları uygulamıştır. Verilerin çözümlenmesi ile probleme dayalı öğrenme



yaklaşımının akademik başarıyı, fen ve teknoloji dersi tutumunu ve motivasyonunu geliştirmede geleneksel yönteme göre daha etkili olduğu görülmüştür.

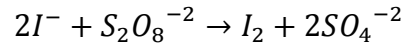
## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Probleme Dayalı Öğretim Modelini esas alan deney yöntemi ile gerçekleştirilen süreçte kimyasal kinetik konusunun öğreniminde, kullanılan yöntemin etkililiğini tespit etmek amacıyla deneysel araştırma desenlerinden “kontROLSÜZ ön ve son test dizaynı” esas alınmıştır. Seçilen modelde bir kontrol grubu bulunmamaktadır. Model; uygulama öncesinde örnekleme oluşturan grupların hazır bulunuşluğunu test eden bir ön test ile başlayarak, uygulama ile devam etmekte, ardından uygulama sonrasındaki durumu ortaya koymak amacıyla kullanılan son test ile sonuçlanmaktadır. Yöntemin etkililiği bu iki testin karşılaştırılmasıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Uygulama esnasında formal öğretim ortamında, sıralı düzende ve rastgele oluşturulmuş gruplar halinde; kimyasal kinetik ile ilgili seçilen deneysel çalışma, araştırmacı rehberliğinde öğrenciler tarafından gerçekleştirilmiştir.

Problem durumlar olarak; iyodürün persülfatla oksidasyonuna ait aşağıdaki reaksiyon;



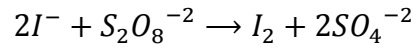
seçilmiştir. Bu reaksiyon esas alınarak, olası hız denklemi ve iyodüre (I<sup>-</sup>) göre reaksiyon hızının aşağıdaki şekilde;

$$v = k[I^-]^a [S_2O_8^{2-}]^b \quad v = \frac{d[I^-]}{dt} = -k[I^-]^a$$

formüle edilmesi ve anlamlandırılması diğer problem durumlar olarak ortaya konulmuştur. Son olarak deneysel süreç ve elde edilen sonuçların kullanımıyla reaksiyon derecesi, hız sabiti ve yarılanma süresinin anlamları ve nicel değerlerinin bulunuşu problematik ilave durumlar olarak ifade edilmiştir. Ayrıca, reaksiyon hızının sıcaklıkla değişimi doğrudan deneysel olarak incelenmese de genel olarak bu etki yine seçilen reaksiyon referans alınarak problematik bir durum olarak ele alınmıştır. Bu süreçte öğrencilerin reaksiyon hızını etkileyen değişkenlerin farkına varmaları,

değişkenlerin kontrolü için uygun yolu belirlemeleri öngörülmüş ve buna uygun ortam oluşturulmuştur. Böylece, öğrencilerin reaksiyonun ilerleyişini gözlemlemek amacıyla nasıl bir yol izlenebileceği ve reaksiyon ilerlerken anlık konsantrasyon ölçümünü nasıl yapabilecekleri konusunda bir karara varmaları ve reaksiyon denklemi ve derecesinin deneysel nicelikler olduğunun farkına varmaları sağlanmıştır.

Deney yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen süreç; iyodürün ( $I^-$ ) persülfatla ( $S_2O_8^{2-}$ ) oksidasyonuna ait reaksiyonun; hız sabiti, reaksiyon derecesi ve yarılanma süresi niceliklerinin titrasyon metoduyla tayin edilmesinden ibarettir (Gürses ve Bayrakçeken,1996).



Bunun için, 100 ml 0,4 N potasyum iyodür ( $KI$ ) çözeltisi pipet ile cam bir balona alınmıştır. 10 ml doymuş potasyum persülfat ( $K_2S_2O_8$ ) çözeltisi 90 ml saf su ile seyreltilerek ayrı bir cam balona konulmuştur Tüm bu hazırlıklarla beraber, süreçte kullanılacak çözeltiler de öğrenciler tarafından hazırlanmıştır. Çözeltiler sabit sıcaklığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Reaksiyonun sıcaklıkla değişimi yukarıda verilen reaksiyon referans alınarak problematik bir durum (ekzotermiklik, endotermiklik ve bu niceliklerin büyüklüğü, katalizör) olarak ele alınmıştır.

Daha sonra  $KI$  çözeltisi ile  $K_2S_2O_8$  çözeltisi birleştirilmiş ve 3, 8, 15, 20, 30, 40, 50 ve 60 dakikalarda reaksiyon karışımından 10 ml'lik örnekler pipetlenerek yaklaşık 200 ml saf su ile seyreltilmiş ve kinetik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Reaksiyonun gerçekleşmesi için temel kuralların neler olduğu diğer bir problematik durum (reaksiyon hızı-sıcaklık ilişkisi, Arrhenius denklemi, denge ve tamamlanmaya giden reaksiyonlar) olarak öğrenciye sunulmuştur. Anlık konsantrasyon tayini problemini çözmek amacıyla öğrencilerin hipotezler kurmaları ve gerçekleştirilen seyreltmenin anlamını tartışmaları sağlanmıştır.

Konsantrasyon tayini öncesinde, tayin için kullanılacak metotların neler olabileceği konusunda öğrencilerin, ön araştırmaları ışığında tartışmaları sağlanmış ve

en uygun ve pratik metodun titrasyon olduğuna karar verilmiştir. Her bir örnek su ile seyreltilerek 0,01 N tiosülfat ( $Na_2S_2O_5$ ) çözeltisi ile nişasta indikatörlüğünde titre edilmiştir. Yapılan son titrasyondan sonra reaksiyonun tamamlandığından emin olmak için 15 dakika bekletilmiş ve titrasyon işlemi tekrarlanmıştır.

Sonuçların değerlendirilmesi aşamasında; herhangi bir t anında harcanan tiosülfat hacmi,  $V_t$ , harcanan son hacim (75'inci dakikadaki),  $V_s$ , ile gösterildiğinde  $C_0$ ,  $V_t$  ile ve  $(C_0 - C_t)$  değeri ise  $(V_s - V_t)$  ile orantılı olacağından,  $I^-$ 'e göre reaksiyonun hızı, hız sabiti, reaksiyon derecesi ve yarılanma süresi niceliklerinin hesaplanması için öğrencilere rehberlik edilmiştir.

$$\frac{dC_0}{dt} = k_1(C_0 - C_t)$$

$$\ln \frac{C_0}{C_0 - C_t} = k_1 t \quad \Rightarrow \quad \ln \frac{V_t}{V_s - V_t} = k_1 t$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_1}$$

Reaksiyon sabitinin hesaplanmasında kullanılan her iki metot da öğrenciler tarafından tartışılmış ve integrasyon metodu kullanılarak bilgisayar ortamında grafik çizilmiş, grafik yorumlayarak hız sabiti hesaplanmıştır.

Deney uygulamasında elde ettikleri sonuçlar ve hesaplamaları ile örnekleme oluşturan tüm öğrenciler, reaksiyonun yalancı birinci dereceden bir reaksiyon olduğu konusunda uzlaşmaya varmış ve reaksiyon sabiti ve yarılanma süresi hesaplamalarından birbirine çok yakın sonuçlar elde etmişlerdir.

Uygulamanın doğal bir ortam ve süreçte yürütülmesinin amaçlanması, örnekleme oluşturan öğrenci sayısının, çalışmanın yapıldığı dönem içinde Fizikokimya Laboratuvarı I dersi alan öğrencilerle sınırlı kalmasına neden olmuştur. Öğrenci sayısının az olması nedeniyle kontrollü bir model tercih edilememiştir.

### 3.2. Örneklem

Araştırmanın örneklemini, Atatürk Üniversitesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Kimya Eğitimi Anabilim Dalında Fizikokimya ve Fizikokimya Laboratuvarı-I dersini alan 14 kız, 17 erkek toplam 31 öğrenci oluşturmaktadır. Uygulama 2011-2012 öğretim yılının güz yarıyılında öğrencilerin 2'şerli gruplar halinde, her hafta iki grup olmak üzere toplam sekiz hafta aynı deneysel çalışmaya katılımlarıyla gerçekleştirilmiştir. Örneklemi oluşturan öğrenciler, sıralı düzende ve rastgele oluşturulmuş gruplar halindedir.

### 3.3. Veri Toplama Araçları

#### 3.3.1. Kimyasal Kinetik Kavramsal Başarı Testi (Ön Test)

Öğrencilerin 'Kimyasal Kinetik' konusunda sahip oldukları önbilgileri belirlemek amacıyla beş adet açık uçlu sorudan oluşan bir test (ön test) hazırlanmıştır. Ayrıca ön testteki bütün sorulara kapsam olarak benzer alternatif sorular hazırlanarak testten elde edilen sonuçların geçerlik ve güvenilirliğinin düşmesinin önüne geçilmeye çalışılmıştır. Testte yer alan sorularda, öğrencilerin konu ile ilgili kavramsal bilgilerini ölçmeye yönelik olarak, özellikle konunun uzmanlarınca kapsam geçerliliği kontrol edilen ve literatürde de yer alan, öğrencilerin konu ile ilgili öğrenme güçlüğü yaşadığı kavramlar üzerinde durulmuştur. Kavram testinin kapsam geçerliliği için konu ile ilgili uzmanların görüşlerine başvurulmuştur.

#### 3.3.2. Kimyasal Kinetik Kavramsal Başarı Testi (Son Test)

Ön testle kapsam olarak benzer olan 8 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan bir test, son test olarak hazırlanmıştır. Geliştirilen testin kapsam geçerliliği aynı uzmanlarca kontrol edilmiştir.

### 3.4. Verilerin Toplanması

Çalışmanın yapıldığı yarıyılta Fizikokimya Laboratuvarı I dersini alan öğrenciler, dönemin başında rastgele bir seçimle 2'şerli on beş gruba, yalnız kalan bir öğrenci bu on beş gruptan birine rastgele atanmıştır. Gruplardan 7'si birinci (sabah) oturumda, geriye kalan 8'i ise ikinci (öğle) oturumda, her bir grup ders kapsamındaki

deneylerden grup numaralarına karşılık gelen deneyleri gerçekleştirmiştir. Böylece haftada iki grup olmak üzere toplam sekiz haftada her bir grup araştırma konusu Kimyasal Kinetik deneyini doğal süreç içerisinde, diğer deneylerden farklı olarak Probleme Dayalı Öğretim Modeli esas alınarak, araştırmacı rehberliğinde öğrenciler tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırma uygulamasında; grubun ön test olarak hazırlanan kavram testini cevaplamasının ardından, deney konusu, problematik alt başlıklar halinde öğrencilere sunulmuş, öğrencilerin kendi aralarında tartışmaları, problemi tanımları, çözüm yolları üretmeleri ve bu çözüm yollarını test etmelerine yetecek kadar çalışma zamanı verilmiştir. Bu uygulama biçimi, araştırmacıya, öğrencilerin ön teste verdikleri cevapları kontrol etme ve böylece öğrencilerin giriş davranışları hakkında bilgi sahibi olma imkânını sağlamıştır. Bu süreç sonunda grup elemanları araştırmacıyla kontrollü bir etkileşimle oluşturulan ortamda deneysel çalışmayı yapmış ve sonuçları sorgulayıcı bir yaklaşımla kaydetmişlerdir. Deney sonucunda öğrencilerden problemin çözümü için takip edilen basamakları ve problemin çözümünü ortaya koyan bir deney raporu hazırlamaları istenmiştir. Yazılı rapor sunumları sistematik olarak izlenmiş, öğrencilere dönüt verilmiştir. Bireysel olarak hazırlanmasına titizlikle özen gösterilen bu yazılı sunumlar, nitel olarak değerlendirilmiş ve araştırmacının sürekli gözlemleriyle öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin değişiminin de izlenilmesine çalışılmıştır. Yazılı sunum ve araştırmacı gözlemleri; değişkenleri belirleme, değiştirme ve kontrol etme, önceden kestirme, hipotez kurma, verileri kaydetme, verileri kullanma ve model oluşturma, verileri yorumlama, sonuç çıkarma, gözlem, deney yapma gibi birleştirilmiş bilimsel süreç becerilerinin gelişim ve değişimi açısından nitel olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda; yazılı rapor sunumları planlama, değerlendirme ve sonuçların sunulma niteliği açısından önemli ölçüde yol gösterici olmuştur. Sekiz haftalık uygulama sürecinin ardından son test olarak hazırlanan kavram testi (son test1) öğrencilerin vize sınavına adapte edilerek öğrencilerden cevaplamaları istenmiştir. Son test1'in her deneyin sonunda değil de, vize sınavının bir parçası olarak öğrenciye sunulmasıyla öğrencilerin bir önceki hafta deneyi gerçekleştiren arkadaşlarından test sorularını alma ihtimallerine engel olmak amaçlanmıştır. Ayrıca on iki haftanın sonunda dersin final sınavının olduğu tarihte son testte yer alan sorular bu kez final sınavının bir parçası (son

test 2) olarak öğrencilere sunulmuştur. Böylece yöntemin etkililiğinin yanında kalıcılığının da sorgulanması amaçlanmıştır.

### **3.5. Verilerin Çözümlemesi**

Açık uçlu sorulardan oluşan ön test için testin soru hazırlığı tamamlanır tamamlanmaz, test uygulanmadan önce doğru cevapların yer aldığı bir cevap anahtarı hazırlanmıştır. Cevap anahtarında, her soru ayrıntılı bir şekilde puanlandırılarak (doğru cevap için 20 puan) açık uçlu soruların puanlanmasında güvenilirliği etkileyebilecek yanlılığın önüne geçmek amaçlanmıştır. Ön test uygulandıktan hemen sonra öğrencilerin düşünmesi için verilen süre zarfında daha önce hazırlanmış olan cevap anahtarı ışığında puanlanmış ve her öğrenci için bir ön test puanı hesaplanmıştır (100 tam puan üzerinden). Uygulanan son test 1, 100 puan üzerinden puanlanan cevap anahtarı yardımıyla incelenmiş ve her öğrencinin son test puanları hesaplanmıştır. Final sınavının bir parçası olarak sunulan son test 2 de son test 1 gibi puanlandırılmıştır.

Elde edilen ön test puanları ile son test puanları karşılaştırılarak yöntemin etkililiği, son test 1 puanları ile son test 2 puanları karşılaştırılarak ise öğrenmelerin kalıcılığı sorgulanmıştır. Testlerin analizinde anlamlılık düzeyi  $\alpha = 0,05$  olarak belirlenmiştir. Verilerin istatistiksel analizi SPSS/PC 16 (Statistical Package for Social Sciences for Personal Computers) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### 4. BULGULAR

Bu bölümde, birinci bölümde geliştirilen hipotezlerin test edilmesinden elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Hipotezlerin test edilmesinde eşleştirilmiş t-testi kullanılmıştır. Test sonuçları 0,05' lik önem seviyesinde değerlendirilmiştir. Geliştirilen bu hipotezlerden ilki (**H<sub>01</sub>**) “Kimyasal Kinetik” konusunun öğretimi kapsamında gerçekleştirilen Probleme Dayalı Öğretim esaslı deneysel etkinliklere katılan öğrencilerin, uygulamadan önce ve sonra, sırasıyla ön-test ve son-test aracılığıyla belirlenen akademik başarı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur” şeklindedir. Bu hipotezin test edilmesinden elde edilen sonuçlar Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1.

*Örneklem Grubundaki Kimya Eğitimi Lisans Öğrencilerinin Ön test ve Son test-1 Puanlarına İlişkin Eşleştirilmiş Örneklem İstatistikleri*

TEST	Eşleştirilmiş Örneklem İstatistikleri			
	Ortalama	N	Std. Sapma	Std. Hata Ortalaması
Ön test	54,77	31	17,90	3,21
Son test-1	65,32	31	17,88	3,21

Bu tabloda öğrencilerin her iki testten aldıkları puanların ortalaması ile standart sapma ve standart hata değerleri yer almaktadır. Tablo 4.1 de son test 1 başarı ortalamasının ön test ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak bu farkın rastlantısal mı yoksa gerçek bir başarının göstergesi mi olduğunu belirleyebilmek için Tablo 4.2'deki sonuçların hesaba katılması gerekir.



Tablo 4.2.

*Örneklem Grubundaki Kimya Eğitimi Lisans Öğrencilerinin Son test-1 ve Ön test Puanlarına İlişkin Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi Sonuçları*

TEST	Eşleştirilmiş Örneklem t-Testi						T	Df	Anlamlılık (2-yönlü)
	Eş Farklılıkları			Fark Güv. Ar.		Std. Hata Ort.			
	Ort.	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	Alt Sınır	Üst Sınır				
Son test-1 Ön test	-1,05	17,53	3,14	-16,97	-4,11	-3,35	29	0,000	

\*  $p < 0.05$

Tablo 4.2'nin anlamlılık sütunundaki değerin 0,000 olduğu görülmektedir. Söz konusu değer 0,01'den küçük olduğu için, ön test ile son test 1 başarı puanları arasındaki farkın  $p < 0,01$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir. t-Testi sonuçları ve gruplara ait ortalamalar birlikte değerlendirildiğinde,  $H_01$  hipotezi reddedilmiş ve Probleme Dayalı Öğretim Modelini esas alan deney yöntemi ile gerçekleştirilen sürecin öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Geliştirilen ikinci hipotez ise ( $H_02$ ), öğrencilerin "Kimyasal Kinetik" konusu ile ilgili öğrenmelerinin kalıcılık düzeyleri açısından, etkinlik sonrası uygulanan son test 1 ile araştırmanın son haftasında uygulanan son test 2 sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur' şeklinde olup, hipotezinin test edilmesiyle elde edilen sonuçlar Tablo 4.3 de verilmiştir.

Tablo 4.3.

*Örneklem Grubundaki Kimya Eğitimi Lisans Öğrencilerinin Son test-1 ve Son test-2 Puanlarına İlişkin Eşleştirilmiş Örneklem İstatistikleri*

TEST	Eşleştirilmiş Örneklem İstatistikleri			
	Ortalama	N	Std. Sapma	Std. Hata Ortalaması
Son test-1	65,32	30	17,88	3,21
Son test-2	64,91	30	20,77	3,73

Tablo 4.3'te öğrencilerin her iki testten aldıkları puanların ortalamaları ile standart sapma ve standart hata değerleri yer almaktadır. Tabloda son test 1 başarı ortalaması ile son test 2 ortalamalarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 4.4.

*Örneklem Grubundaki Kimya Eğitimi Lisans Öğrencilerinin Son test-1 ve Son test-2 Puanlarına İlişkin Eşleştirilmiş Gruplar t- Testi Sonuçları*

Eşleştirilmiş Örneklem t- Testi								
Eş Farklılıkları								
TEST	Ortalama	Std. Sapma	Std. Hata Ort.	Farkın Güv. Ar.		T	Df	Anlamlılık (2-yönlü)
				Alt Sınır	Üst Sınır			
Sontest-1 Sontest-2	,403	17,52	3,15	-6,02	6,38	,128	30	0,899

\*  $p > 0.05$

Tablo 4.4'ün anlamlılık sütunundaki değer 0,899 olduğu görülmektedir. Söz konusu değer 0,05'ten çok büyük olduğu için, son test 1 ile son test 2 başarı puanları arasındaki farkın  $p < 0,05$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız olduğu söylenebilir. t-Testi sonuçları ve gruplara ait ortalamalar birlikte değerlendirildiğinde,  $H_02$  hipotezi kabul edilmiş ve Probleme Dayalı Öğretim Modelini esas alan deney yöntemi ile gerçekleştirilen süreç sonucunda öğrencilerin edindikleri öğrenmelerin kalıcı olduğu sonucuna varılmıştır.

Deneysel süreç sonunda her bir gruptan alınan yazılı sunumların sistematik olarak değerlendirilmesi ve araştırmacı gözlemleri öğretim süreci sonunda, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde olumlu yönde anlamlı bir değişimin gerçekleştiğini ortaya koymuştur.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tablo 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'te verilen sonuçlar ve istatistiksel değerlendirmeler, yapılan uygulamanın öğrencilerin akademik başarılarında, öğrenmelerin kalıcılığında olumlu yönde değişime yol açtığını ortaya koymaktadır. Buna göre, geleneksel laboratuvar uygulamaları yerine Probleme Dayalı Öğretim Modeline uygun deneysel uygulamaların öğrenci başarıları açısından daha etkili olduğu söylenebilir. Seçilen konunun problematik bir tarzda sunulmasının, öğrencilerde problem durumu tanımlama, ölçme, hipotez kurma ve sonuç çıkarma ve kritik yapma gibi belli başlı bilimsel süreç becerilerinin gelişim düzeylerinin artmasına katkı sağladığı, kavramsal başarı test sonuçları dışında sistematik olarak yapılan gözlem sonuçlarının nitel değerlendirmesinden de anlaşılmaktadır. Modelin uygulanışında seçilen deney, tartışma ve kısmen düz anlatım şeklindeki öğretim yöntemleri böyle bir nitel değerlendirme için ortam sağlamaktadır. Özellikle öne çıkan deney yöntemi, psikomotor becerilerin ve deney tasarımına yönelik zihinsel becerilerin (temel bilimsel süreçler) nitel olarak incelenmesi açısından son derece uygun bir yöntemdir (Larive, 2004). Probleme Dayalı Öğretimin (PDÖ) akademik başarı üzerine etkilerinin incelendiği birçok çalışmada da (Blake, Hosokawa ve Riley, 2000; Dale ve Balloti, 1997; De Grave ve diğerleri, 2001; Diggs, 1999; Dutch, 1995; Elsahehi, 1999; Harland, 2002; Hmelo ve Silver, 2004; Kaptan ve Korkmaz, 2001; Khoiny, 1995; Major ve Baden, 2000; Mayer, 2002; Nowak, 2001; Torp, 1997; Perrenet ve diğerleri, 2002; Peterson ve Eaguest, 1998; Rhem, 1998; Saban, 2000; Winning ve diğerleri, 2003; Yaman, 2003; Yu-chen, 1999) benzer sonuç ve değerlendirmelerle karşılaşılmıştır. Bu olumlu sonuçlara ve değerlendirmelere dayalı olarak; PDÖ Modelinin özellikle fen öğretiminde, öğrencinin bilgiyi kavramsallaştırması ve öğrenmede zihinsel, bedensel ve duyuşsal katılımın ortaya çıkmasını sağlayabilmesi açısından ümit verici, uygulanabilir bir alternatif olduğu söylenebilir.

Diğer yandan; araştırmacının gerçek bir rehber ve moderatör rolünü üstlendiği ve kimyasal kinetik konusunun doğrudan reaksiyon hızı, hız denklemi ve hız-sıcaklık bağımlılığı bağlamında bir öğrenme problemi olarak tanımlandığı ve etkin bir işbirlikli öğrenme ortamının oluşumunun sağlandığı bu araştırma deseninde, kazanılan psikomotor beceriler yanında, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde de olumlu yönde değişimler sağlanmaktadır. Öğrenciler çoğu öğrenci merkezli öğretim uygulamalarında gerçek hayattan esinlenerek oluşturulmuş çeşitli kurgusal problem durumlarla baş başa bırakılmaktadır. Bu yaklaşım merak uyandırma ve ilgi çekme yönüyle motivasyon açısından olumlu bir etkiye yol açmakla birlikte deneyimler, kavramsal değişim bağlamında birçok zayıflıkların ve kavram yanılgılarının ortaya çıktığını veya mevcut yanılgıların devam ettiğini göstermiştir. Yani, öğrenci problem durumla ilişkili hikâye ya da senaryoyu hatırlarken ilgili kavramsal yapı ya da yapıları göz ardı edebilmektedir. Bu sebeple sunulan çalışmanın dizaynında kurgusal problem durumlar yerine öğrenme içeriğinden yola çıkılarak, konunun kendisi problematik hale getirilmiş ve böylece öğrencilerin uygulamanın her aşamasında “*Neden? Nasıl? Nerede? ve Ne zaman?*” sorularını özellikle kendi kendilerine sormaları sağlanmış ve bunun sonucunda öğrencide merak odaklı içsel motivasyon daha üst seviyelere çıkarılmıştır. Bu yaklaşım, anlamlı öğrenmenin temel göstergelerinden birisi olan transfer veya uygulamanın gerçekleşmesine yani kavramsal yapıdan çıkarak öğrencilerin gerçek örnekleri kendilerinin keşfetmelerine yol açmıştır. PDÖ uygulamalarında zorlamalı kurgusal problem durumlar üretmek yerine gerçek konuyu bir öğrenme problemine dönüştürmek öğrencinin öğrenme başarısı açısından daha etkilidir (Açıkyıldız, 2004).

Ayrıca, ölçüm ve gözlem sonuçlarından; on iki haftalık süreçte araştırmaya katılan gruplara aynı kapsamda sorulan sorularla, öğrencilerin olası etkileşimlerinin kümülatif bir anlayışla öğretim sürecine dâhil edilmesinin öğrenme çıktısında olumlu yönde katkı sağladığı belirlenmiştir. Probleme Dayalı Öğretim Modelinin deney, tartışma ve kısmen düz anlatım yöntemleriyle uygulanması, öğrencilerin laboratuvar uygulaması diye adlandırılan etkinliklerde zihinsel ve duyuşsal açıdan daha aktif rol almalarını sağlamıştır. Ayrıca laboratuvar uygulama derslerinde, öğrencilerin her deney konusunun bir öğrenme problemi olduğu noktasında ikna edilmesi onların bu tip uygulamalara karşı olumlu tutum geliştirmeleri açısından son derece yararlı olmaktadır. Probleme dayalı öğrenmenin bu çalışmada olduğu gibi laboratuvar uygulamalarına

dayalı derslerde kullanılması halinde, öğrencilerin ufuklarının daraltılmaması anlamında, araç-gereç eksiğinin giderilmesi, internet ortamında araştırma imkânlarının genişletilerek sunulması faydalı olacaktır.

Geliştirilen araştırma deseniyle süreç sonuna kadar aynı öğrenme probleminin farklı gruplarca tartışılmasının sağlanması hem farklı konu başlıklarını içeren öğretim sürecinin aksamadan sürdürülmesini hem de etkin bir işbirlikli öğrenme ortamının oluşmasını sağlamaktadır. Bu durum öğretim etkinliğinin verimliliği açısından da oldukça önemlidir.

Süreç içerisinde haftalık yapılan ölçümler ve gruplar arası tartışma etkinlikleri ve ayrıca dönem sonunda yapılan ölçümler, uygulamanın kalıcılık bağlamında da etkililiğini ortaya koymuştur. Uygulamada kullanılan yöntemin hatırd tutma konusundaki bu başarısını vurgulayan benzer çalışmalar da mevcuttur (Cavallo, 1992; Sage, 1996).

Probleme Dayalı Öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin hayata hazırlanmalarına yardımcı olabilecek, onlara grupta çalışma becerisi kazandırabilecek, araştırmaya sevk edebilecek bir yöntem oluşu nedeniyle özellikle öğrenci sayısı az olan sınıflarda kullanılması ve gruplar oluşturulurken öğrencilerin bazı özelliklerinin mutlaka dikkate alınmasına çalışılmalıdır.

Lisans düzeyinde gerçekleştirilen bu çalışmanın ilk ve ortaöğretimde özellikle Fen derslerinde de uygulanması ve hayata geçirilmesi öğrenci merkezli bir anlayışla yetişen öğrencilere ileriki yaşamlarındaki sorunlarını çözmelerinde de yardımcı olacağı söylenebilir.

Probleme Dayalı Öğretim sürecinde öğretmen, öğrenmeler için rehber ve kolaylaştırıcı rolündedir. Bununla birlikte öğretmenlerin öğretime ve öğrenmeye ilişkin algı düzeyleri, anlamlı bir öğrenme ortamı düzenleme sürecindeki öğretim uygulamalarını önemli derecede etkilemektedir. Bu nedenle mesleki yaşamlarında anlamlı ve kalıcı öğrenmeye yönelik öğretim yapabilmeleri için öğretmenlerin de bu yaklaşımla öğrenim görmelerinin faydalı olacağı düşünülebilir (Saklofske, Michauk ve Randhawa, 1988).

Sonuç olarak öğretimin her kademesinde ve özellikle deney yöntemini kullanan ğretim etkinliklerinde, sunuş modelinin yanlış, etkisiz ve tipik ğretmen merkezli uygulama biçimi yerine, Probleme Dayalı ğretim Modelinin ortaya konulan sonuçlar ve geliştirilen ğretim uygulama desenine göre uygulanması önerilir.

## KAYNAKÇA

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., and Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of chemistry concepts found in chemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105–120.
- Açıkyıldız, M. (2004). *Probleme dayalı öğretimin fizikokimya laboratuvar deneylerinde etkililiğinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Allen, D.E., Donham, R.S. and Bernhardt, S.A. (2011). Problem-Based Learning. *New Directions for Learning and Learning*. doi: 10.1002/tl
- Allen, D.E., Duch, B.J. and Groh S.E. (2001). Strategies for Using Groups. Duch, J.B., Groh, S.E. and Allen, D.E. (Ed.), *The Power Of Problem-Based Learning: A Partical ‘How To ‘For Learning Undergraduate Courses In Any Discipline (1.Baskı) içinde (s.59-68)*. Virginia: Stylus.
- Allops, R. T., and George, N. H. (1982). Redox in Nuffield advanced chemistry. *Education in Chemistry*, 1957-59.
- Arends, R. I. (2001). *Learning to Teach*. McGraw-Hill Humanities, Boston.
- Atkins, P. and Jones, L. (1997/1999). *Temel kimya: moleküller, maddeler ve değişimler* (Çev. E. Kılıç, F. Köseoğlu, H. Yılmaz). (3. Baskı). Ankara: Bilim Yayıncılık.
- Atkins, P. W. (1998/2001). *Fizikokimya*. (Çev. S. Yıldız, H. Yılmaz, E. Kılıç). (1.Baskı). Ankara: Bilim Yayıncılık.
- Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Sevim, S. ve Karamustafaoğlu, O. (2002). Genel kimya laboratuvar uygulamalarının öğrenci ve öğretim elemanı gözüyle değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 50-56.
- Ayas, A., and Demirbas A. (1997). Turkish secondary students' conception of introductory chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518-521.
- Ayas, A. ve Özmen, H. (2001). Kimya öğretmenliği öğrencilerinin laboratuvar uygulamalarında karşılaştıkları güçlüklerin tespiti. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 1-7.
- Aydoğdu, C. (1999). Kimya laboratuvar uygulamalarında karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15, 30-35.
- Barell, J. (2007). *Problem Based-Learning: An Inquiry Approach (2. Press)*. California: by Cormin Press.
- Barrows, HS. (1983). Problem-Based, Self-directed Learning, *JAMA*, 250, 3077-3080.
- Bayrak, R. (2007). *Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımı İle Katılar Konusunun Öğretimi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Bayrakçeken, S., Canpolat, N. ve Çelik, S., (2011). *Kimyanın Doğası ve Öğretimi*.

[http://ukek2.atauni.edu.tr/UKEK\\_2\\_SUNULAR/Cagr%C4%B1%C4%B1\\_Konusma\\_2\\_Sayfa\\_3Kimyan%C4%B1n%20Do%C4%9Fas%C4%B1%20ve%20C3%96%C4%9Fretimi-Bayrakceken%20ve%20digerleri.pdf](http://ukek2.atauni.edu.tr/UKEK_2_SUNULAR/Cagr%C4%B1%C4%B1_Konusma_2_Sayfa_3Kimyan%C4%B1n%20Do%C4%9Fas%C4%B1%20ve%20C3%96%C4%9Fretimi-Bayrakceken%20ve%20digerleri.pdf) adresinden 5 Haziran 2012 tarihinde alınmıştır.

- Blake, R.L., Hosokawa, M.C., and Riley, S.L., (2000). Student performances on step 1 and step 2 of the United States Medical Licensing Examination following implementation of a Problem-Based Learning Curriculum. *Academic Medicine*. Vol.75, pp.66–70.
- Bradley, J. D., and Mosimege, M. D. (1998). Misconceptions in acids and bases: A comparative study of student teachers with different chemistry backgrounds. *South African Journal of Chemistry*, 51, 137–147.
- Bodner, G. M. (1986). “Constructivism: A theory of knowledge”. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878.
- Bonwell, C.C., and J.A. Eison. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, DC: George Washington University.
- Boo, H. K., and Watson, J. R. (2001). Progression in high school students’ (aged 16–18) conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education*, 85, 568–585.
- Brooks, J.G., and Brooks, M.G. (1999). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms with a new introduction by the authors*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Bruner, J., (1962). *On Knowing: Essays for the Left Hand*. Combridge, Mass.: Harvard University Press.
- Cavallo, A. L. (1992). *The retention of meaningful understanding of meiosis and genetics*. Paper presented at a poster session at the Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.
- Çelik, S, Şenocak, E., Bayrakçeken, S., Taşkesenligil, Y., ve Doymuş, K. (2005). Aktif öğrenme stratejileri üzerine bir derleme çalışması. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 155-185.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., ve Turgut, F. (1997). *Fizik Öğretimi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi*, Ankara, 31-44.
- Chambers, S. K., and 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.
- Christian, B.N. and Yeziarski, E.J., (2012). A New Chemistry Education Research Frontier, *Journal of Chemical Education*, 89, 1337–1339.
- Christine, C. and Li-Gek, C. (2008). Problem-Based Learning Tools. *The Science Teacher*, 75:8, s.44.
- Dale, P. M., and Balloti, E., (1997). An approach to teaching problem solving in the classroom. *College Student Journal*. Vol, 31 Issues 1, 40-76.



- Deci, L. Vallerand, E., Robert J., Pelletier, L. G., and Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective, *Educational Psychologist*, 263(3-4), 325-346.
- De Grave, W.S., Schmidt, H.G., and Boshuizen, H.P.A., (2001). Effects of Problem Based Discussion on studying a subsequent text: A randomized trial among first year medical students. *Instructional Science*. Vol.29, pp.33-44
- Dewey, J. (1983). *How We Think?* Lexington. Mass.: D.C. Heath.
- Diggs, L.L., (1999). *Student attitude towards and achievement in science in a Problem Based Learning educational experience*. PhD dissertation, Columbia: University of Missouri-Columbia.
- Driver, R., and Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: a constructivist view. *School Science Review*, March, 443-456.
- Dochy at all. (2005). Student' perceptions of a Problem-Based Learning environment. *Learning Environment Research*. 8: 41-66.
- Dolmans, D., Grave, W. D., Wolfhagen I., and Van Der Vleuten, C. P. M. (2005). Current perspectives: problem-based learning: future challenges for educational practice and research. *Medical Education*, 39 (7), 732.
- Dutch B. (1995). *Problems: A key factor in PBL*. Center for Teaching Effectiveness. Web Edition, 1.
- Duch, B. J., Groh, S. E., and Allen, D. E. (2001). *The power of Problem-Based Learning*. Stylus Publishing, LLC, Virginia.
- Ebenezer, J. V., and Erickson, L. G. (1996). Chemistry students' conception of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80, 181-201.
- Eggen, P. D. and Kauchak, D. P. (1999). *Educational psychology: windows on classrooms*. (4th Ed.) New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Elbistanlı, A. (2012). *Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının 11.sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki başarı, tutum ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Hatay.
- Elsahehi, D., (1999). A comparison of Problem Based and Traditional Learning in Algebra. II. *Dissertation Abstract Index*, 60 (01) 225A.
- Fergusson, J. Y. (2003). *A regression analysis of Problem-Based Learning student variables*. Doctoral Dissertation Thesis, University of Nebraska.
- Fleming, D. S. (2000). *A teacher's guide to Project-Based Learning*. Scarecrow Education, Attn: Sales Department, 15200 NBN Way, P.O. Box 191, Blue Ridge Summit, PA 17214.
- Garnett, P.J., Garnett P. J and Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.

- Garnett, P. J., and 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.
- Garnett, P. J., and 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.
- Gibbings, Lidstone and Bruce, (2008). *Using student experience of Problem-Based Learning in virtual space to drive engineering educational pedagogy*. Proceedings of the 2008 AaeE Conference, Yeppoon.
- Glasser, W. (1993). *The quality school teacher*. New York: Harper Perennial Publisher.
- Greca, I. M., and Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models and modeling. *International Journal of Science Education*, 22, 1-11.
- Griffiths, A. K., and Preston, K. R. (1992). Grade 12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Gorin, G. (1994). Mole and chemical amount. *Journal of Chemical Education*, 71, 114-116.
- Groh, S.E. (2001). Using Problem-Based Learning In General Chemistry. Duch, J.B., Groh, S.E. and Allen, D.E. (Ed.), *The Power of Problem-Based Learning: A Partical 'How To 'For Learning Undergraduate Courses In Any Discipline (First ed.)* in (s.207-218). Virginia: Stylus.
- Gürses, A., ve Bayrakçeken, S. (1996). *Deneysel Fizikokimya*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi K. K. Eğitim Fakültesi Ders Kitapları Serisi.
- Hackling, M.W., and Garnett, P. J. (1985). Misconceptions of chemical equilibrium. *European Journal of Science Education*, 7, 205- 214.
- Harland, T. (2002). Zoology students' experiences of collaborative enquiry in problem based learning. *Teaching in Higher Education*, 7(1), 3-15.
- Hesse, J. J., and Anderson, C. W. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 277-299.
- Herron, J. D. (1990). Research in chemical education: results and directions. In Gardner, M., Greeno, J. G., Reif, F., Schoenfeld, A. H., Disessa, A., and Stage, E. (Eds.), *Toward A Scientific Practice of Science Education* (pp. 31-54). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hmelo-Silver, C.E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?. *Educational Psychology Review*, 16 (3), 235-266.
- Howe, A. C. (1996). "Development of science concepts within a Vygotskian framework", *Science Education*, 80, 35-51.
- Hung, W. (2011). Theory to reality: a few issues in implementing problem-based learning. *Educational Technology Research and Development*, 59, 529-552. doi: 10.1007/s11423-011-9198-1

- Kaptan, F., ve Korkmaz, H., (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 185-192.
- Khoiny, F.E., (1995). *The effectiveness of Problem Based Learning in nurse practitioner education*. Unpublished Ph.D., University of Southern California.
- Kızılcık, H.Ş. (2012). *Probleme dayalı öğrenme sürecinde ısı ve sıcaklık kavramlarının gelişimi üzerine bir durum çalışması*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Knowlton, D.S. ve Sharp, D. (2003). *Problem-based learning in the information age*. U.S.: Jossey-Bass.
- Koçakoğlu, M. (2010). Yapılandırmacılığın özü. *Milli Eğitim Dergisi*, 188, 68-82.
- Korkmaz, H. ve Kaptan, F. (2002). Fen Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının İlköğretim Öğrencilerinin Akademik Başarı, Akademik Benlik Kavramı ve Çalışma Sürelerine Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22: 91-97.
- Korucu, E.N. (2007). *Probleme dayalı öğretim ve işbirlikli öğrenme yöntemlerinin ilköğretim öğrencilerinin başarıları üzerine etkileri*. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Lambros, A. (2004). *Problem-Based Learning in middle and high school classrooms: A teacher's guide to implementation*. California: by Corwin Press.
- Larive, C. K. (2004). Problem-based learning in the analytical chemistry laboratory course. *Analytical & Bioanalytical Chemistry*, 380(3), 357-359, DOI 10.1007/s00216-004-2802-z.
- Major C. H., and M.S. Baden (2000). Issues in problem-based learning: A message from guest editors. *Journal on Excellence in College Teaching*, U.S.A.: Web Edition, 1-14.
- Massa, M.N. (2008). Problem-Based Learning (PBL) A Real-World Antidote to the Standards and Testing Regime. *The New England Journal of Higher Education Winter*. [http://www.nebhe.org/info/journal/articles/2008-Winter\\_Massa.pdf](http://www.nebhe.org/info/journal/articles/2008-Winter_Massa.pdf). adresinden 5 Mart 2013 tarihinde alınmıştır.
- Mayer, R.E. (2002). Invited reaction: Cultivating problem-solving skills through problem-based approaches to professional development, *Human Resource Development Quarterly*, 13(3), 263-269.
- Mc Donnell, C., O'Connor, C. and Seery, M. K. (2007). Developing practical chemistry skills by means of student-driven problem based learning mini-projects. *Chemistry Education Research and Practice*. 8: 130-139.
- Mills, J. E., and Treagust D. F. (2003). Engineering education – is problem-based or project based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education*, 4, [http://www.aee.com.au/journal/2003/mills\\_treagust03.pdf](http://www.aee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf) (7.02.2011).
- Moralı, A. (2012). *Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının akademik başarı, tutum ve motivasyona etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

- Mortimer, C. E. (1989). Modern üniversite kimyası. (Çev. T. Altinkaya). İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- Neville, A.J. (2009). Problem-based learning and medical education forty years on. *Medical Principles and Practice*, 18: 1–9. doi: 10.1159/000163038
- Nowak, J.A., (2001). *The implications and outcomes of using Problem-Based Learning to teach middle school science*. Unpublished Ph.D., Indiana University.
- NRC (National Research Council). (2006). Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8. In Duschl, R. A., Schweingruber, H. A. and Shouse, A.W., (Ed.). Washington, D.C.: National Academies Press.
- Olkun, S., ve Toluk, Z. (2003). *İlköğretim etkinlik temelli matematik öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Perrenet, J., Bouhuijs, P., and Smits, J. (2002). The suitability of problem-based learning for engineering education, theory and practice. *Teaching in Higher Education*, 5(3), 345-358.
- Peterson, F., and Eaguest, D. (1998). Learning to teach primary science through problem based learning. *Science Education*, 82, 215-237.
- Rhem J. (1998). *Problem-Based Learning: An introduction*. The National Teaching & Learning Forum. U.S.A.: Oryx Pres, 1-4.
- Saban, A. (2000). *Öğrenme Öğretme Süreci*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Sage, S. M. (1996). *A qualitative examination of problem-based learning at the K-8 Level: Preliminary findings*. Paper presented at the Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association. New York.
- Saklofske, D., Michaluk, B. and Randhawa, B. (1988). Teachers' efficacy and teaching behaviors. *Psychological Report*, 63, 407-414.
- Sandi-Urena, S., Cooper, M.M. and Gatlin, T.A. (2011). Students' experience in a general chemistry cooperative problem based laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 434-442. doi: 10.1039/c1rp90047a.
- Sanger, M. J., and Greenbowe, T. G. (1997). Common student misconceptions in electrochemistry: galvanic, electrolytic and concentration cell. *Journal of Engineering Education*, 30(1), 137-149.
- Savin-Baden, M. (2000). *Learning in Higher Education: Untold Stories*. Philadelphia, PA: SRHE and Open University.
- Savin-Baden, M., and Howell, M. C. (2004). *Foundation of Problem Based Learning*. Berkshire, Open University Press.
- Severiens, S.E. and Schmidt H.G. (2009). Academic and social integration and study progress in problem based learning. *Higher Education*, 58:59–69. doi:10.1007/s10734-008-9181-x.
- Sifoğlu, N. (2007). *İlköğretim 8. sınıf fen bilgisi dersinde yapısalcı öğrenme ve probleme dayalı öğrenme yaklaşımlarının öğrenci başarısı üzerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Spencer, J. N., Farrell, J. J., and Moog, R. S. (1999). A guided inquiry general chemistry course. *Journal of Chemistry Education*, 76, 570-574.
- Stavy, R. (1991). Children's ideas about matter. *School Science and Mathematics*, 91, 240- 244.
- Sunblad, G., Sigrell, B., John, L.K. and Lindkvist, C. (2002). Students' evaluation of a learning method: A comparison between problem-based learning and more traditional methods in a specialist university training programme in psychotherapy. *Medical Teacher*, 24 (3), 268-272.
- Sungur, S. (2004). *Probleme dayalı öğrenme modelinin lise biyoloji derslerinde kullanılması*. Yayınlanmamış doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şenocak, E. (2005). *Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının maddenin gaz hali konusunun öğretimine etkisi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tavukçu, K. (2006). *Fen Bilgisi Dersinde Probleme Dayalı Öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Tatar, E. (2007). *Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının termodinamiğin 1. kanununu anlamaya etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Torp, T. (1997). What Is Problem-Based Learning? *Wingspread Journal*. Web Edition, 1-5.
- Torp, L. and Sage, S. (2002). *Problems as possibilities: Problem-Based Learning for K-12 education (2nd Ed.)*. Alexandria, VA: ASCD.
- 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*, 7(13), 48-55.
- Van Till, C.T., Van Der Vleuten, C.P.M., and Van Berkel, H.J.M. (1997). Problem based learning behavior: The impact of differences in problem based learning style and activity on student' achievement. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, March 24-28, Chicago, USA.
- Williams, D. P., Woodward, J. R. and Symons, S. L. (2010). *Chemistry Education Research and Practice*. 11, 33-42. doi: 10.1039/C001045F.
- Winning T. and et. all. (2003). Developing PBL packages internationally: an evaluation of outcomes. *Innovations in Education and Teaching International*, Vol. 41. No: 2.
- Wood, D.F. (2005). ABC of learning and learning in medicine: Problem based learning. *BMJ*, 326, 328–30, doi:10.1136/bmj.326.7384.328.
- Wood, D.F. (2008). Problem based learning. *BMJ*, 336-971. doi: 10.1136/bmj.39546.716053.80.
- Wolk, S. (1994). Project-based learning: Pursuits with a purpose. *Educational Leadership*, 3, 42 – 45.

- Yaman, S., (2003). *Fen bilgisi eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yaman, S. ve Yalçın, N. (2005). Fen bilgisi öğretiminde PDÖ yaklaşımının yaratıcı düşünme becerisine etkisi. *İlköğretim-Online*, 4(1), 42-52. <http://ilkogretim-online.org.tr/pdf> adresinden 3 Mart 2013 tarihinden alınmıştır.
- Ying, Y. (2003). Using Problem-Based Teaching and Problem-Based Learning to improve the teaching of electrochemistry. *The China Papers*, July, 42-47.
- Yu-Chen H. (1999). *Evaluation theory in problem based learning approach*. ERİC Clearinghouse on Education Management.

## EKLER

### Ek 1 Kimyasal Kinetik Deneyi Kavram Testi (Ön Test)

1. Bir kimyasal değişme için hızın ne şekilde belirlenebileceğini düşünürsünüz?
2. Sıcaklık artması sırasıyla endotermik ve ekzotermik bir reaksiyonun hızını nasıl etkiler?
3.  $A \rightarrow B$  temsili kimyasal değişimi için muhtemel bir hız denklemi yazınız.
4. Kimyasal reaksiyonlar için hız ve hız sabitinin farkı nedir? Hız sabiti girenlerin veya ürünlerin konsantrasyonuna bağlı mıdır?
5. Bir kimyasal değişmenin belirli bir sıcaklıkta ve belli bir hızda gerçekleşmesi için girenlerin taşınması gereken minimum şartları yazınız.

## Ek 2 Kimyasal Kinetik Deneyi Kavram Testi (Son Test 1 ve Son Test 2)

1. Reaksiyon hızı aşağıdaki ifadelerden hangisinde doğru olarak tanımlanmıştır?

- A) Reaksiyona giren türlerden herhangi birisinin konsantrasyonunda birim zamanda meydana gelen değişimdir.  
 B) Reaktant ve ürünlerin konsantrasyonlarının zamanla değişim oranlarının toplamıdır.  
 C) Reaksiyona girenlerden birinin konsantrasyonundaki değişiminin sabit kaldığı süredir.  
 D) Reaktantların reaksiyona girme eğiliminin bir ölçüsüdür.  
 E) Reaksiyona girenlerin kinetik enerjilerinin büyüklüğünün bir göstergesidir.

2. Potasyum persülfat; ( $K_2S_2O_8$ ), ve potasyumiyodür; (KI), arasındaki reaksiyona ait denklem aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A)  $S_2O_8^{2-}(aq) + 2I^- \rightarrow 2SO_4^{2-}(aq) + I_2(aq)$   
 B)  $S_2O_8^{2-}(aq) + 3I^- \rightarrow 2SO_4^{2-}(aq) + I_3^-(aq)$

3. Ekzotermik bir reaksiyon için reaksiyon hızının artan sıcaklıkla değişimi aşağıdaki ifadelerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) Artar  
 B) Azalır  
 C) Sabit kalır

4. Potasyum persülfat; ( $K_2S_2O_8$ ), ve potasyumiyodür; (KI), arasında gerçekleşen kimyasal değişim için muhtemel hız denklemi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A)  $hız = k \cdot [I^-]$   
 B)  $hız = k \cdot [S_2O_8^{2-}][I^-]$   
 C)  $hız = k \cdot [S_2O_8^{2-}]$   
 D)  $hız = k \cdot [S_2O_8^{2-}][I^-]^3$   
 E)  $hız = k \cdot [S_2O_8^{2-}]^a [I^-]^b$

5. I. Reaksiyon boyunca persülfat derişimi sabit tutularak iyodür bakımından reaksiyonun derecesi incelenir.

II. Reaksiyon boyunca iyodür derişimi sabit tutularak persülfat bakımından reaksiyonun derecesi incelenir.

III. Her iki bileşenden stokiyometrik oranlarda alınarak reaksiyonun derecesi incelenir.

Potasyum persülfat; ( $K_2S_2O_8$ ), ve potasyumiyodür; (KI), arasındaki reaksiyonun derecesini belirlemek için yukarıda önerilen yollardan hangisi veya hangileri izlenebilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II  
 D) I ve III E) I, II ve III

6. Aşağıdakilerden hangisinde yarılanma süresi ile ilgili yanlış bir ifade kullanılmıştır?

- A) Birinci dereceden bir reaksiyonun hız sabitinin değeri ne kadar büyükse, yarılanma süresi o kadar kısadır.  
 B) Birinci dereceden bir reaksiyonun yarılanma süresi, reaksiyona özgü bir özellik olup, başlangıç derişiminden bağımsızdır.  
 C) Yarılanma ömrü kullanılarak, bir kirleticinin doğada ne sürede kalacağı tahmin edilebilir.  
 D) İkinci dereceden bir reaksiyonun yarılanma ömrü sabit olmayıp, reaksiyona girenin derişimi azaldıkça uzamaktadır.  
 E) Yarılanma süresi terimi, reaksiyon derecesinden bağımsız olarak belirlenebilir.

7. I. Sıcaklık

II. Yönelme

III. Katalizör

IV. Başlangıç konsantrasyonu

Reaksiyon hızı aşağıdaki değişkenlerden hangisi veya hangilerinden etkilenir?

- A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III  
 D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV



8.

Dny.	Başlangıç derişimi, mol.L <sup>-1</sup>			Başlangıç hızı, (mol BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) . L <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>
	BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	
1	0,10	0,10	0,10	1,2 × 10 <sup>-3</sup>
2	0,20	0,10	0,10	2,4 × 10 <sup>-3</sup>
3	0,10	0,30	0,10	3,5 × 10 <sup>-3</sup>
4	0,20	0,10	0,15	5,4 × 10 <sup>-3</sup>

$BrO_3^- (suda) + 5Br^- (suda) + 6H^+ (suda) \rightarrow 3Br_2 (suda) + H_2O (s)$  reaksiyonunda, reaksiyona girenlerin derişimleri değiştikçe  $BrO_3^-$  iyonlarının başlangıç tükenme hızının nasıl değiştüğünü tespit etmek için dört deney gerçekleştirilmiş ve bu deneylerin sonuçları yukarıdaki çizelgede verilmiştir.

Bu verilerden faydalanarak sırasıyla her bir bileşene göre reaksiyon derecesi ve toplam derece aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	Toplam
A) 1	2	1	4	
B) 2	1	2	5	
C) 1	2	3	4	
D) 1	1	2	4	
E) 1	5	6	12	

## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel Bilgiler**

Adı Soyadı: Büşra KUZEY

Doğum Yeri ve Tarihi: Erzurum, 01 Eylül 1987

### **Eğitim Durumu**

Lisans: Atatürk Üniversitesi-2010 Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği

Dil: İngilizce

### **İş Deneyimi**

yok

### **İletişim**

Adres: Gençlik cad. Cumhuriyet mah. Başak2 apt. No:52/8 Edremit/BALIKESİR

Elektronik Posta: bursa\_kuzey@hotmail.com