

**PROBLEME DAYALI ÖĞRENME YAKLAŞIMININ
TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ KANUNUNU
ANLAMAYA ETKİSİ**

Erdal TATAR

Doktora Tezi
OFMAE Anabilim Dalı Kimya Eğitimi Bilim Dalı
Doç. Dr. Münir OKTAY
2007
Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

PROBLEME DAYALI ÖĞRENME YAKLAŞIMININ
TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ KANUNUNU
ANLAMAYA ETKİSİ

Erdal TATAR

ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI

ERZURUM
2007

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Münir OKTAY danışmanlığında, Erdal TATAR tarafından hazırlanan bu çalışma 10/12/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Eğitimi Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

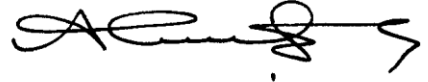
Başkan Prof. Dr. Ömer GEBAN

imza:



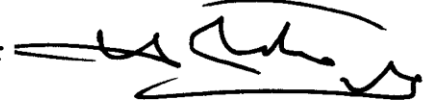
Üye Prof. Dr. Abdullah MENZEK

imza:



Üye Prof. Dr. Yavuz TAŞKESEN LİGİL

imza:



Üye Doç. Dr. Ali YILDIRIM

imza:



Üye Doç. Dr. Münir OKTAY

imza:



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

PROBLEME DAYALI ÖĞRENME YAKLAŞIMININ TERMODİNAMIĞIN BİRİNCİ KANUNUNU ANLAMAYA ETKİSİ

Erdal TATAR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı
Kimya Eğitimi Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Münir OKTAY

Bu çalışmada probleme dayalı öğrenme yaklaşımının, Termodinamiğin Birinci Kanununu anlamaya olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla probleme dayalı öğrenme yaklaşımının; öğrencilerin akademik başarı düzeylerine etkisi, öğrenci beceri düzeylerine etkisi, yapılandırmacı öğrenme ortamına katkısı ve fen öğretiminde uygulanabilirliği araştırılmıştır.

Çalışma tek grup üzerinden ve ön test-son test deneysel çalışması olarak yürütülmüştür. Araştırma bulguları, karma-yöntem araştırma desenlerinden çeşitleme deseni kullanılarak hem nicel hem de nitel yaklaşımlarla elde edilmiştir. Çalışmanın örneklemini, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda öğrenim gören ve "Isı ve Madde" dersini alan toplam 48 üçüncü sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Uygulama 2006/2007 bahar döneminde 8 hafta süreyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verileri; "Akademik Başarı Testi", "Bilimsel İşlem Beceri Testi" ve "Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Anketi" ile beraber mülakatlar, gözlemler, doküman incelemeleri ve bunlar için geliştirilmiş ölçekler aracılığı ile toplanmıştır. Nicel verilerin analizinde "bağımlı iki örnek t-testi" ile yapılan analitik istatistiğin yanı sıra yüzde ve frekans çizelgeleri içeren betimsel istatistikten faydalanılmıştır. Nitel veriler ise betimsel bir analize tabi tutularak kategoriler halinde ve çizelgeler aracılığı ile sunulmuştur.

Araştırma sonucunda probleme dayalı öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin; akademik başarılarını ve bilimsel işlem, grupla ve işbirliği içerisinde çalışma, iletişim kurma, bilgi kaynaklarını kullanma, problem çözme, kendi kendine öğrenme, sunum ve araştırmayı raporlaştırma becerileri düzeylerini artırdığı belirlenmiştir. Bununla beraber probleme dayalı öğrenme yaklaşımının yapılandırmacı öğrenme ortamına katkıda bulunduğu, akılda kalıcılığı artırdığı ve yüksek motivasyon ve pozitif tutum sağladığı görülmüştür. Diğer taraftan probleme dayalı öğrenme yaklaşımının; zaman sınırlılığı, öğrencilerin yönetime alışkın olmayışı, grupların yapısı ve yetersiz işbirliği, değerlendirme problemi, eksik bilgi edinme ve öğrencilerdeki iletişim problemi gibi dezavantajlara da sahip olduğu tespit edilmiştir.

2007, 182 sayfa

Anahtar Kelimeler: Probleme dayalı öğrenme, Termodinamiğin Birinci Kanunu, Enerjinin Korunumu Kanunu, PDÖ.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

EFFECT OF PROBLEM BASED LEARNING APPROACH ON UNDERSTANDING OF THE FIRST LAW OF THERMODYNAMICS

Erdal TATAR

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Chemistry Education

Supervisor: Doç. Dr. Münir OKTAY

The aim of this study is to investigate the effects of problem based learning approach on understanding the first law of thermodynamics. For this purpose, the effectiveness of problem based learning on students' academic achievement and on their skills, the contributions to constructivist learning environment and the practicability on science teaching were investigated.

One-group pretest-posttest experimental design was used. Findings of the study obtained by using triangulation design that is a mixed-method research methodology included both quantitative and qualitative techniques. The sample of the study was consisted of 48 third year students taking "Heat and Matter" course from the Department of Primary Science Education, Kâzım Karabekir Educational Faculty, Atatürk University. Treatment of the study was carried out in the second semester of 2006/2007 academic year for 8 weeks. The data was obtained with instruments which include "Academic Achievement Test", "Scientific Process Skills Test" and "Constructivist Learning Environment Survey". Also, interviews, observations, document examinations and scales developed for them were used. For the quantitative data analysis, descriptive statistics such as percentage and frequencies, and inferential statistics such as "paired samples t-test" was used. Qualitative data was analyzed by descriptive analyses method and was presented by tables and in categories.

The results of this study showed that problem based learning increased students levels in academic achievement, scientific process skills, working skills cooperatively and in groups, using skills of information resources, problem solving skills, self-directed learning skills, presentation skills and reporting skills. In addition, the results indicated that problem based learning contributed in constructivist learning environment, increased retention of knowledge and provided high motivation and positive attitude towards course. This study also showed that problem based learning has disadvantages such as time limitation, be unaccustomed to the method, build of groups and inadequate cooperation, assessment problem, getting inadequate knowledge and communication problems in the students.

2007, 182 pages

Keywords: Problem based learning, The First Law of Thermodynamics, The Law of Energy Conservation, PBL.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmaya beni yönlendiren ve çalışmalarım boyunca her türlü desteği benden esirgemeyen, çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. Münir OKTAY'a en içten şükranlarımı sunarım.

Ayrıca değerli görüş ve katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Abdullah MENZEK, ve Sayın Doç. Dr. Ali YILDIRIM'a,

Çalışmalarında desteklerini yanımda hissettiğim, KKEF Dekanı Sayın Prof. Dr. Samih BAYRAKÇEKEN ve OFMAE Bölümü Başkanı Sayın Prof. Dr. Ahmet GÜRSES'e,

Çalışmanın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Ahmet ÇAKIR, Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa SÖZBİLİR, Sayın Yrd. Doç. Dr. Nurtaç CANPOLAT, Sayın Yrd. Doç. Dr. Tacettin PINARBAŞI, Sayın Arş. Gör. Dr. Ramis BAYRAK, Sayın Arş. Gör. Suat ÇELİK, Sayın Arş. Gör. Metin AÇIKYILDIZ ve diğer tüm Kimya Eğitimi Bilim Dalı öğretim elemanlarına,

Uygulama çalışmalarındaki katkılarından dolayı Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı öğretim elemanlarından Sayın Arş. Gör. Burhan NARMANLI'ya, Fizik Eğitimi Bilim Dalı öğretim elemanlarından Sayın Yrd. Doç. Dr. Refik DİLBER, Sayın Arş. Gör. Erdal SÖNMEZ ve Sayın Arş. Gör. M. Tolga YURTCAN'a ve tez metninin Türk Dili yapısına uygunluğuna katkılarından dolayı Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü öğretim elemanlarından Sayın Dr. Ahmet GÖKÇİMEN'e,

Problem senaryolarının hazırlanmasındaki katkılarından dolayı, Mühendislik Fakültesi öğretim elemanlarından Sayın Doç. Dr. Mehmet ÇOPUR ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Abdurrahim BÖLÜKBAŞI'na,

Ailem, arkadaşlarım ve burada isimleri belirtilmeyen tüm dostlarıma,

Teşekkür ederim.

Erdal TATAR

Kasım, 2007

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Termodinamiğin Birinci Kanunu ve Öğretimi	2
1.2. Probleme Dayalı Öğrenme Nedir?.....	5
1.3. Neden PDÖ?.....	6
1.3.1. PDÖ'nin öğrenme yaklaşımlarına uygunluğu	6
1.3.1.a. Davranışçı teorilerde PDÖ'nin yeri	7
1.3.1.b. Bilişsel teorilerde PDÖ'nin yeri	7
1.3.1.c. Yapılandırmacılık ve PDÖ	8
1.3.2. PDÖ'nin avantajları	11
1.3.2.a. Aktif öğrenmeyi sağlar	11
1.3.2.b. Grupla çalışma becerileri kazandırır	12
1.3.2.c. Problem çözme becerileri kazandırır	12
1.3.2.ç. Fen okuryazarlığını artırır	13
1.3.2.d. Bilimsel işlem becerileri kazandırır	13
1.3.2.e. Akılda kalıcılığı yüksek bilgiler kazandırır	14
1.3.2.f. Biliş ötesi beceriler kazandırır	14
1.3.2.g. Kendi kendine öğrenme becerileri kazandırır	15
1.3.2.ğ. Eleştirel düşünme becerileri kazandırır	15
1.3.2.h. İşbirlikli öğrenme becerileri kazandırır	16
1.3.2.ı. Yüksek motivasyon ve pozitif tutum sağlar	16
1.3.2.i. İletişim becerileri kazandırır	17
1.3.2.j. Üst düzey düşünme becerileri kazandırır	17
1.3.2.k. Öğretmen adayları için model oluşturur	18

1.3.2.1. Bilgi kaynaklarını kullanma becerilerini artırır.....	18
1.4. PDÖ'nin Karakteristik Özellikleri.....	18
1.4.1. PDÖ uygulamasının basamakları.....	18
1.4.2. Öğretmenin rolü.....	21
1.4.3. Öğrencinin rolü.....	22
1.4.4. PDÖ probleminin özellikleri.....	24
1.4.5. PDÖ'de değerlendirme.....	26
1.5. PDÖ'nin Dezavantajları ve Uygulamadaki Zorlukları.....	27
1.6. PDÖ ile İlgili Yanlış Anlayışlar.....	31
2. KAYNAK ÖZETLERİ	33
2.1. Termodinamiğin Birinci Kanununun Öğretimi ile İlgili Araştırmalar.....	33
2.2. Fen Eğitiminde PDÖ ile İlgili Araştırmalar.....	38
3. MATERYAL ve YÖNTEM	48
3.1. Araştırmanın Amacı.....	48
3.2. Araştırma Soruları.....	48
3.3. Araştırma Deseni.....	48
3.4. Araştırma Örnekleme.....	51
3.5. Değişkenler.....	51
3.5.1. Bağımsız değişkenler.....	51
3.5.2. Bağımlı değişkenler.....	51
3.6. Veri Toplama Teknikleri.....	51
3.6.1. Akademik Başarı Testi.....	52
3.6.2. Bilimsel İşlem Beceri Testi.....	53
3.6.3. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Anketi.....	53
3.6.4. Problem Değerlendirme Ölçeği.....	54
3.6.4.a. Kazanımlar.....	54
3.6.4.b. Problem senaryoları.....	55
3.6.5. Öğrencilerin Kendini ve Grup Üyelerini Değerlendirme Ölçeği.....	58
3.6.6. Mülakatlar.....	59
3.6.7. Gözlemler.....	60
3.6.7.a. Video kaydı gözlemleri.....	60
3.6.7.b. Sunu Gözlemi Değerlendirme Ölçeği.....	61

3.6.7.c. Öğretmen gözlemleri.....	61
3.6.8. Doküman analizleri.....	62
3.6.8.a. Araştırma raporları.....	62
3.6.8.b. Çalışma yaprakları.....	63
3.6.8.c. Araştırma Raporu ve Çalışma Yapağı Değerlendirme Ölçeği.....	63
3.7. Uygulama.....	63
3.8. Verilerin Analizi.....	65
3.9. Araştırmanın Kabulleri ve Sınırlılıkları.....	66
3.9.1. Araştırmanın kabulleri.....	66
3.9.2. Araştırmanın sınırlılıkları.....	66
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	67
4.1. Akademik Başarı Testi Verilerinin Analizi.....	67
4.2. Bilimsel İşlem Beceri Testi Verilerinin Analizi.....	67
4.3. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Anketi Verilerinin Analizi.....	68
4.4. Mülakat Verilerinin Analizi.....	69
4.4.1. Kavramsal öğrenmeye ilişkin mülakatlar.....	69
4.4.2. PDÖ ‘ye ilişkin mülakatlar.....	72
4.4.2.a. Olumlu yönleri.....	73
4.4.2.b. Olumsuz yönleri.....	79
4.5. Gözlem Verilerinin Analizi.....	81
4.5.1. Video gözlemleri verilerinin analizi.....	81
4.5.2. Öğretmen gözlemleri verilerinin analizi.....	84
4.6. Portfolyo Değerlendirme Verilerinin Analizi.....	88
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	91
5.1. Akademik Başarı.....	91
5.2. Öğrenci Becerileri.....	93
5.3. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı.....	97
5.4. PDÖ’nin Uygulanabilirliği.....	98
KAYNAKLAR.....	112
EKLER:.....	119
EK 1.	119
EK 2.	128

EK 3.	144
EK 4.	146
EK 5.	147
EK 6.	150
EK 7.	159
EK 8.	160
EK 9.	161
EK 10.	169
EK 11.	170
ÖZGEÇMİŞ.	182

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

p	Önem derecesi
PDÖ	Probleme Dayalı Öğrenme
sd	Serbestlik derecesi
SPSS/PC	Statistical Package for Social Sciences for Personal Computers
\bar{X}	Ortalama değer

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. PDÖ uygulama basamakları.....	20
Şekil 4.1. Öğrencilerin yapılandırmacı öğrenme ortamı açısından değerlendirmeleri...	69
Şekil 4.2. Sunum becerileri düzeyleri.....	84
Şekil 4.3. Öğrencilerin araştırma raporu ve çalışma yapraklarını hazırlama becerileri düzeyleri.....	90

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneysel araştırma yöntemi.....	50
Çizelge 3.2. Akademik Başarı Testi sorularının Bloom'un taksonomisine göre dağılımı.....	52
Çizelge 3.3. Birinci problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar.....	55
Çizelge 3.4. İkinci problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar.....	56
Çizelge 3.5. Üçüncü problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar.....	56
Çizelge 3.6. Dördüncü problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar.....	57
Çizelge 3.7. Beşinci problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar.....	57
Çizelge 3.8. Altıncı problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar.....	58
Çizelge 3.9. PDÖ uygulamasında birim zamanda yapılan etkinlikler dağılımı.....	65
Çizelge 4.1. Akademik başarı düzeyleri için bağımlı iki grup t-testi sonuçları.....	67
Çizelge 4.2. Bilimsel işlem beceri düzeyleri için bağımlı iki grup t-testi sonuçları.....	68
Çizelge 4.3. Temel kavramlara ilişkin öğrenci görüşleri.....	70
Çizelge 4.4. PDÖ' ye ilişkin mülakat kategorileri.....	72
Çizelge 4.5. Grup çalışmalarında sergilenen davranışlar.....	82
Çizelge 4.6. Sunum becerileri düzeyleri.....	83
Çizelge 4.7. Öğrencilerin araştırma raporu ve çalışma yapraklarını hazırlama becerileri düzeyleri.....	89

1. GİRİŞ

Son yıllarda toplumların günlük yaşamının bir parçası olan; nükleer güç, küresel ısınma, genetik kopyalama, görüntülü cep telefonları, hidrojenle çalışan arabalar gibi konular bilime olan merakın giderek artmasına yol açmıştır. Fen ve teknolojiye yaşanan gelişmelere paralel olarak, ülkelerin bu alanlara olan ilgisi de her geçen yıl artmaktadır. Bu gelişmeler, ülkeleri eğitim politikalarında değişimler yapmaya ve fen eğitimi konusunda yeni bir takım düzenlemelere gitmeye mecbur bırakmıştır.

Bugün eğitim politikaları, topluma fen ve teknoloji alanlarında ihtiyacı karşılayabilecek fertler yetiştirmek üzere dizayn edilmektedir. İstenilen bilgileri hafızasında tutabilme ve gerektiğinde hatırlamanın ötesinde, karşılaştığı problemleri çözebilen, iletişim becerilerine sahip, grupta ve işbirliği içerisinde çalışabilen, bilimsel işlem becerilerini kullanabilen fen okuryazarı fertler bu bağlamda daha değerli olmaktadır. Dolayısıyla fen eğitimi araştırmacılarının bir görevi de, her bir fen konusunun öğretimi sürecinde, yukarıda sayılan bu özelliklere sahip fertlerin yetiştirilebilmesi için uygun yaklaşımlar üzerinde çalışmak ve gerekli strateji, yöntem ve teknikler üzerinde yoğunlaşmaktır.

Günlük hayatımızda sürekli artan bir şekilde rol oynayan fen ve teknolojiye önemli yere sahip konulardan biride termodinamiktir. Termodinamik, hem uygulamasında hem de öğretiminde rol oynadığı birçok saha üzerinde kapsamlı bir etkiye sahiptir (Meltzer 2004). Fizik, kimya ve biyoloji bilimlerinin üçünün de esas temasını oluşturan termodinamik, günlük hayatımızdaki konuşmalarımıza en fazla nüfuz eden enerji kavramı etrafında örgülenmiş olan bir konudur (Goldring and Osborne 1994).

1960'lı yılların ortalarından beri öğrencilerin okul müfredatında termodinamikle tanışmaları rağbet görmüştür. Hatta geleneksel müfredatta bile termodinamik konusu, birinci kanun, Hess kanunu ve termokimya başlığı altında uzun yıllar değerli bir yere sahip olmuştur (Johnstone *et al.* 1977). Termodinamiğin dört kanunu içerisinde bilhassa

temel bir basamak özelliği taşıyan birinci kanun, ülkemizde de ortaöğretimden üniversite düzeyine kadar müfredatta vazgeçilmez bir yere sahiptir.

Bu tez çalışmasında Termodinamiğin Birinci Kanunu konusunun öğretiminde var olan problemlerin çözümü için yapılandırmacı öğrenme ortamını destekleyen bir probleme dayalı öğrenme uygulaması geliştirilmeye çalışılmış ve dolayısıyla da probleme dayalı öğrenme yaklaşımının, Termodinamiğin Birinci Kanununu anlamaya olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.1. Termodinamiğin Birinci Kanunu ve Öğretimi

Enerjinin Korunumu Prensibi, enerjinin ne vardan yok edileceği ne de yoktan var edilebileceği, yani enerjinin korunduğu gerçeğini ifade eder. Sistem tarafından kaybedilen enerji, çevre tarafından kazanılmakta veya bunun tam tersi gerçekleşmektedir (Çengel ve Boles 1996). Termodinamiğin Birinci Kanunu olarak ta tanıdığımız bu prensip, bugünün fen bilimlerinin temelini oluşturur ve çevremizdeki dünyayı anlamada bize yardımcı olur (Odell 2005). İfade edilişindeki ve hatırlanmasındaki kolaylığı, onu en çok bilinen prensiplerden birisi haline getirmiştir. Öğrencilere sorulduğunda tekerlemeye benzeyen ifadesini rahatlıkla söyleyebilmektedirler. Diğer taraftan “Enerjinin Korunumu Prensibi”, etrafımızda meydana gelen gözlemleyebildiğimiz veya gözlemlenemeyen birçok olaya getirilen bilimsel açıklamaların da altyapısını oluşturur.

Öğrenciler günlük hayatlarında bir sistemle ilgili olarak, enerji transferleri ile çok karşılaştıklarından birinci kanunu anlamada bu ön izlenimlerinin de etkisiyle birçok problem ortaya çıkabilmektedir (Barker 2000). Kimya dersi müfredatında önemli bir yere sahip olmasına ve günlük hayatla iç içe bir konu olmasına rağmen bu konunun işlendiği dersler oldukça sönük geçmektedir (Granville 1985; Banerjee 1995; Ochs 1996; Nordholm 1997).

Termodinamiğin prensipleri günlük deneyimlerimiz ve gözlemlerimiz temeline dayalıdır ve dikkatli biri bu prensipleri anlamada zorluk çekmez. Fakat termodinamiği genellikle zor bir konu olarak algılayan ve gerçek dünya ile ilişkisini kurmakta zorlanarak gözleri korkan çoğu öğrenci, sadece yüzeysel bir anlamayla dersi bitirirler (Çengel, 2005). Termodinamiğin Birinci Kanununun kısa ve özlü ifadesinin akılda kalıcılığının yüksek olmasına rağmen, ilköğretim seviyesinden üniversiteye kadar her kademedeki öğrencilerin ve hatta fen öğretmenlerinin başta enerji korunumu kavramı olmak üzere, enerji, ısı, sıcaklık, iş, entalpi, iç enerji gibi alt kavramlarla ilgili olarak, birtakım yanlış anlamalara ve bazı öğrenme güçlüklerine sahip oldukları tespit edilmiştir (Brook and Driver 1984; Solomon 1985; Carr and Kirkwood 1988; Beynon 1994; Goldring and Osborne 1994; Trumper 1997; Boo 1998; Thomas and Schwenz 1998; Carson and Watson 1999; Barker 2000; Sözbilir 2001; Loverude *et al.* 2002; Meltzer 2004; Pintó *et al.* 2005; Treptow 2005; Millar 2005). Bu yanlış anlama ve öğrenme güçlüklerinden bazılarını aşağıda maddeler halinde yer verilmiştir.

Yanlış anlamalar:

- Enerji tükenir veya kaybolur.
- Enerji sistem içerisinde kalırsa korunur, yoksa korunmaz dağılır.
- Enerjinin atıl hale gelmesi, enerji korunumuna zıttır.
- Enerjinin atıl hale gelmesi, miktarında düşme demektir.
- Enerji yiyecek ve yakıtlarda (yanarak enerji açığa çıkarması için oksijene de ihtiyaç duyulan maddelerde) depolanmış haldedir.
- Enerji korunumu, enerji kaynaklarının korunumu yani tasarruf anlamındadır.
- Enerji korunumu yalnızca laboratuarda gerçekleşir.
- Termodinamiğin Birinci Kanunu, “sistemin ilk halindeki iç enerjisi son halindeki iç enerjisine eşit olduğu için enerji korunur” şeklindedir.
- Her ne zaman iş yapılırsa mutlaka ısı da açığa çıkar.
- Her ne zaman enerji transfer edilse mutlaka iş de yapılmış olur.
- Kimyasal bağ oluşumu enerji gerektirirken bağ kırılması enerji açığa çıkarır.
- Yanan m kütlesi mc^2 kadar enerji üretir.
- İçerisinde kimyasal bir değişim meydana gelen izole bir sistemin iç enerjisi artar.

- Bir sistemin iç enerjisi, sistem üzerine iş yapmakla değişmez.
- İç enerji yalnızca ısı yoluyla değişir.
- İç enerjideki değişim yalnızca sisteme yapılan işe eşittir.
- İç enerjideki değişme, ısıtılan bir sistemde iş yapılan bir sistemden daha fazla olur.
- Entalpi değişimi sabit hacimdeki enerji transferidir.
- Entalpi bir reaksiyonun başlangıcından bitişine kadarki enerji değişimidir.
- Entalpi enerjinin bir formudur.
- Entalpi değişimi iç enerji değişimi ile aynı şeydir.
- İzotermal şartlar altında ısı oluşmaz.
- Isı herhangi bir şeye eklenen enerjidir.
- Isı ile sıcaklık aynı şeydir.

Öğrenme güçlükleri:

- Enerjinin ne olduğunu tam olarak kavrayamama.
- Enerji transferi durumundaki nicel değişiklikleri açıklayamama.
- PV işinin ne olduğunu kavrayamama.
- $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$ ifadesini ve bu ifade de geçen sembolleri açıklayamama.
- $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$ ifadesini kimyasal reaksiyonlara uygulayamama.
- Enerjinin korunduğu görüşünü anlayamama.
- Enerjinin Korunumu Prensibini problemlere uygulayamama.
- Enerji transferini, enerjinin başka bir forma dönüşümü ile karıştırma.
- Isı, sıcaklık, iş ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayırt edememe.

Buraya kadar bahsedilenlerin hepsi bize, Termodinamiğin Birinci Kanununun öğretiminde gözle görülür bir problemin varlığını ortaya koymaktadır. Bu problemin çözümü için daha etkili bir termodinamik öğretimine ihtiyaç duyulmaktadır.

Etkili bir termodinamik öğretimi öğrencilerin, konu ile günlük deneyimler arasındaki ilişkileri ve benzetmeleri geniş bir şekilde kullanmalarını gerektirir. Bu, termodinamik kavramların sadece teknik uygulamalarla değil bunun yanında sıradan olayla da ilişkili

olduğunu belirtmeyi de içine alır. Ayrıca termodinamiğin günlük hayatın bir parçası olmasını ve onun düzenli bir şekilde kullanılmasını gerektirir (Çengel 2005). Enerjinin korunumu gibi günlük hayatın içinden bir termodinamik kanununun öğretimi, onun bu özelliğini kullanan bir stratejiyi gerekli kılmaktadır.

1.2. Probleme Dayalı Öğrenme Nedir?

Yaklaşık kırk yıl önce Kanada Ontario'daki McMaster Üniversitesi, Tıp Fakültesinin öncülük ederek uygulamaya başladığı (Herreid 2003) bilinen ve Boud ve Feletti (1997) tarafından yenilenen sağlık bilimleri müfredatından ortaya çıktığı belirtilen Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ), bu süreden beri başarılı bir şekilde kullanılan ve birçok disiplinde kabul görmeye devam eden bir öğretim yaklaşımı olmuştur (Savery 2006). Boud ve Feletti (1991)' e göre bir öğretim faaliyeti olarak uygulamaya başlanması, bu şekilde olsa da PDÖ'yi destekleyen temel prensip onun formal eğitimden daha eski olmasıdır. Yani öğrenme, öğrencinin çözmeyi istediği bir problem, bir şüphe veya bir bilmece ile karşılaşmasıyla başlamıştır (Duch *et al.* 2001). Dolayısıyla hareketini problemden alan bu öğrenme biçimi temelde, insanlığın var olduğu günden beri informal de olsa kullanılagelen bir metot olarak kabul edilebilir.

PDÖ ile ilgili olarak birçok tanımlama yapılmıştır. Bazıları PDÖ'ye bir öğretim metodu olarak bakarken çoğunluk, PDÖ'nin bir öğretim veya müfredat yaklaşımı olduğu yönünde hemfikirdir.

PDÖ, öğrencilere başarı için gerek duyulan muhakeme ve iletişim becerilerini elde etmede yardımcı olan bir eğitim stratejisidir (Duch *et al.* 2001).

Duch (2007)'a göre ise PDÖ, öğrencilerin gerçek dünya problemlerini araştırmak için grup halinde ve işbirliği içerisinde çalışarak öğrenmeyi öğrenmelerini sağlamaya çalışan bir eğitim metodudur.

PDÖ öğrencilere; araştırma yürütmek, teori ile uygulamayı birleştirmek ve tanımlanmış bir problem hakkında pratik çözümler geliştirmek için bilgi ve becerilerini kullanmak üzere yetki veren, öğrenci merkezli bir öğretim ve müfredat yaklaşımıdır (Savery 2006).

Boud ve Feletti (1997)'ye göre PDÖ öğrencilerin, öğrenmeyi destekleyen uygulamaların söz konusu olduğu problemlerle ilgilenmesini gerektiren bir müfredat yapılandırma yaklaşımıdır.

PDÖ, öğrencilerin öncelikle öğretmenler ve ders kitaplarından öğrenmelerinden daha çok, gruplar halinde ve kendi kendilerine gerçek dünya problemlerinin çözümü için araştırma yapmalarını sağlayan bir öğretim yaklaşımıdır (Sonmez and Lee 2003).

Barrows ve Kelson (2006)'a göre PDÖ, hem bir müfredat hem de bir süreçtir. Müfredat, öğrencilerden; eleştirel bilgi, problem çözme becerileri, kendi kendine öğrenme stratejileri ve grup halinde çalışma becerilerini elde etmelerini isteyen dikkatli bir şekilde seçilmiş ve düzenlenmiş problemlerden ibarettir. Süreç ise öğrencilerin hayatları ve kariyerleri boyunca karşılaştıkları problemlerle başa çıkmayı ve onları çözmeyi esas alan ve yaygın bir şekilde kullanılan sistemli yaklaşımın tekrarıdır.

1.3. Neden PDÖ?

Termodinamiğin Birinci Kanununun öğretiminde yaşanan problemlerin giderilebilmesi için, neden PDÖ'nin tercih edildiği, bu yaklaşımın teorik temelleri ve öğretime kazandıracığı avantajlar açısından ele alınarak açıklanabilir.

1.3.1. PDÖ'nin öğrenme yaklaşımlarına uygunluğu

PDÖ, insanların bilgiyi nasıl elde edip nasıl transfer edebileceklerini araştıran zengin bir dağarcıktan çıkmıştır. Zamanımızın önde gelen ve kabul gören fikirleri öğrenme ve

öğretimde bugünkü PDÖ'yi destekleyen bir miras niteliğindedir (Savin-Baden and Major 2004). Aşağıda PDÖ'nin, öğrenme teorilerinden en çok bilinenleri olan davranışçı ve bilişsel öğrenme teorileri ile ilişkisi üzerinde durulacaktır.

1.3.1.a. Davranışçı teorilerde PDÖ'nin yeri

Klasik şartlanma ve edimsel şartlanma gibi bazı davranışçı teoriler PDÖ ile zıt gibi gözükse de Thorndike'ninki gibi davranışçı teoriler PDÖ tarafından da desteklenen, geri dönüt, hedef belirleme, uygulama ve kavrama ile öğrenmenin gelişimini anlamayı sağlar. Öte yandan Hull'un, davranışın kısmen öğrencinin motivasyonu ile belirlendiğinden bahseden teorisi, öğrencilerin önemli bir problemi çözme girişimleri için motive edilmeleri gerektiğinden bahseden PDÖ'yi desteklemektedir. Diğer taraftan, davranışçı düşüncenin PDÖ ile çelişen en bariz özelliği, bizim öğrenmeyi davranış değişiklikleri dışında gözlemleyemeyeceğimizi iddia etmesidir. Dolayısıyla öğrenmeyi deneyim ve uygulamalarımızın davranışlarda meydana getireceği geçici değişiklikler olarak görmektedir. Bu ise PDÖ tarafından desteklenen öğrenme sürecinden daha çok, ürünü ve sonuçları en önemli faktör olarak ele almak demektir (Savin-Baden and Major 2004).

1.3.1.b. Bilişsel teorilerde PDÖ'nin yeri

PDÖ bilişsel psikolojiden güçlü bir şekilde etkilenmiş olan rasyonel geleneğe dayalı bir öğrenme metodudur (Norman and Schmidt 1992). Davranışçı teorilerin aksine bilişsel teoriler zihinsel süreçler üzerine odaklanır ve böylece PDÖ'nin kaynağını anlamada işimize yarayacak bir merceğe görevi görür. Davranışları içeren ürünlerdense; anlama, bilgiyi işleme, hafıza ve algılamayı içine alan zihinsel süreçlerle doğrudan ilgili olan bilişsel teoriler PDÖ yaklaşımına daha uygundur. Bilişselciler öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini ve öğrenme gerçekleştiğinde zihinde neler olup bittiğini anlamaya çalışırlar. Daha iyi öğrenme beceri ve kapasitelerinin gelişimiyle veya "öğrenmeyi

öğrenme” ile ilgilenen bu eğitim çeşidi, PDÖ'nin öncelikli hedeflerinden birini oluşturmaktadır (Savin-Baden and Major 2004).

Bruner'de Piaget gibi öğrenmeyi aktif bir süreç olarak görmekte ve öğretimin öğrencilerin aktif katılımı ile gerçekleştirilmesini önermektedir. Ona göre öğrencinin öğrenmeye aktif katılımı, ancak buluş yoluyla öğretim ile mümkündür. Buluş ya da keşfetme yaklaşımı belli bir problemle ilgili verileri toplayıp, analiz ederek genellemelere ulaşmayı sağlayan, öğrenci aktifliğine dayalı bir yaklaşımdır. Bruner'e göre öğretmenin rolü paketlenmiş bilgiyi öğrenciye sunmaktan çok öğrencilerin kendi kendine öğrenebilecekleri ortamı oluşturmaktır (Özmen 2004).

Ayas vd. (1997)'a göre Ausubel'in öğrenme teorisi, öğrenmeyi etkileyen en önemli faktörün öğrencinin mevcut bilgi birikimi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu birikim ortaya çıkarılıp, öğretim ona göre planlanmalıdır (Özmen 2004). PDÖ'de de öğrencilerden çözmeleri istenen problemlerin onların mevcut bilgi birikimleri ve gerçek hayattaki deneyimleri temelinde olmasına dikkat edilir (Duch 2001; Weiss 2003).

Bilişsel geleneğin destekçileri (Tolman, Koffka, Kohler, Lewin, Piaget, Ausubel ve Bruner), yeni bir bilginin hem mevcut bilgiler hem de paylaşılan görüşlerle yorumlandığını iddia etmektedirler. Yani mevcut bilişsel yapı anlamlı öğrenmeyi etkileyen temel faktördür. PDÖ ise diğer aktif öğrenme formlarını savunduğu gibi öğrencilerin herhangi bir öğrenme ortamına, mevcut önbilgileri ve bilişsel yapıları ile beraber girdiğini savunur. Bu yaklaşım öğrencilere, mevcut bilgilerinden ve düşünme biçimlerinden faydalanma ve onları daha anlaşılabilir bir forma yapılandırma konularında yardım etme üzerine odaklanır (Savin-Baden and Major 2004).

1.3.1.c. Yapılandırıcılık ve PDÖ

Son yüzyılda öğrenmenin ne olduğu ve nasıl gerçekleştiği konusu üzerine sahip olunan paradigmada önemli değişimler olmuştur. Önceki pozitivist/akılcı paradigma, bilginin

keşfedildiğini ve ortaya çıkarıldığını savunurken bu paradigmaya zıt olarak yükselmekte olan pozitivist ötesi/yorumlamacı paradigma ise, bilginin keşfedilmek yerine yorumlandığını ve ortaya çıkarılmak yerine oluşturulduğunu varsayar (Yıldırım ve Şimşek 2000). Nesnellik üzerine kurulmuş olan pozitivist paradigmaya göre bilimsel bilgi kitaplara yerleştirilmiştir ve fen öğretiminin amacı bu bilginin öğrencilere aktarılmasıdır. Pozitivist ötesi paradigmaya göre ise bilgi kişinin dışında (nesnel) değildir, aksine onun kendi deneyimleri, gözlemleri, yorumları ve mantıksal düşünceleri ile oluşur ve öznedir (Kılıç 2001). Literatürde “constructivism” olarak bilinen ve Türkçe kaynaklarda oluşturma, yapılandırma, zihinde yapılanma, yapılanma ve yapısalılık gibi değişik isimlerle belirtilen bu yeni yaklaşım, çalışmamızda “yapılandırma” ismiyle kullanılacaktır.

Son yıllara damgasını vuran ve bilim adamlarının çoğu tarafından kabul gören yapılandırma modeli, bilginin öğretmenin zihninden öğrenciye aktarılacak bir şey olmadığını savunur. Yapılandırma modeli tek bir cümle ile şu şekilde ifade edilebilir: “Bilgi öğrencinin zihninde yapılandırılır” (Bodner 1986). Yapılandırma bir bakış açısı da özetle şunları vurgular:

1. Öğrenme ürünleri, sadece öğrenme ortamına değil öğrencilerin bilgilerine de bağlıdır.
2. Öğrenme anlamın yapılandırılmasını gerektirir. Bu yapılandırma mevcut bilgiden büyük ölçüde etkilenir.
3. Anlamın yapılandırılması, devam eden ve aktif bir süreçtir.
4. Bu anlamalar, yapılandırılıp değerlendirildikten sonra kabul edilebilir veya reddedilebilir.
5. Öğrenme ile ilgili sorumluluk öğrencilere aittir.
6. Hayatlarındaki deneyimleri ve kullandıkları dillerinden dolayı öğrencilerin yapılandırmış oldukları anlamalarında da farklılıklar mevcuttur (Driver and Bell 1986).

PDÖ'nin bu kadar popüler olmasına katkıda bulunan en önemli etkenlerden birisi, onun insanın öğrenmesi ile ilgili şuan ki felsefi görüşle ve özellikle yapılandırma ile

uygunluğudur. Yapılandırmacılığın aşağıdaki maddeleri de içeren birçok prensibi PDÖ ile ilgilidir (Uden and Beaumont 2006):

- Anlama bizim çevremizle olan etkileşimimiz sonucu gerçekleşir.
- Bilişsel çelişki durumu öğrenmeyi tetikler
- Bilgi, kişisel anlayışların uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi ve sosyal müzakeresi sonucu ortaya çıkar (Savery and Duffy 1995).
- Bilgi bireyler tarafından onların mevcut deneyimleri temelinde yapılandırılır.
- Öğrencilerin fikir ve düşüncelerini yansıtmaları gereklidir.
- Öğretici yerine bir rehber olmak gerekir.

Yapılandırmacılar, bilginin mutlak bir şey olmadığına, bilakis öğrencilerin mevcut bilgileri ve genel dünya görüşleri temelinde yapılandırıldığına inanmaktadırlar. Yapılandırmacılık anlamının çevre ile etkileşim sonucu gerçekleştiğini, bilginin öğrencilerin sosyal durumları müzakere etmesi ve kendi anlamalarını değerlendirmeleri sonucu gerçekleştiğini öne sürer (Savin-Baden and Major 2004). Yapılandırmacılık felsefesi; bizim hislerimizin, algılarımızın ve bilgilerimizin zihnimiz dışında mevcut olmayacağı varsayımına dayanır. Bilgi, herhangi bir kopyalama ve sonrasında da bir zihinden diğerine dönüşüme dayalı bir prosesle başkalarına aktarılamaz. Yeni bilgi, kişilerin kendi içlerinde ve onların deneyimleri ile ilişkili bir şekilde yapılandırılır (Hendry *et al.* 1999).

Yapılandırmacı yaklaşımda bilginin nasıl yapılandırıldığı konusu bilişsel yapılandırmacılık ve sosyal yapılandırmacılık diye adlandırılan iki teoriyle açıklanır. Bilişsel yapılandırmacılar, bilginin nasıl yapılandırıldığını Piaget'in öne sürdüğü özümleme, düzenleme ve bilişsel denge teorileriyle açıklarlar. Bilişsel yapılandırmacı yaklaşımda başlangıç noktası, kişinin o ana kadar sahip olduğu bilgiler ve bu bilgilerden oluşan bilişsel yapıdır. Bu bilişsel yapı dengededir. Kişi yeni bilgiyi bu bilişsel yapıyı kullanarak anlamlandırır. Sosyal yapılandırmacılar ise öğrenmeyi, Lev Vygotsky'nin, kültürün ve dilin önemli etkisini vurgulayan ve bilginin sosyal etkileşimlerle oluştuğunu savunan teorisiyle açıklarlar (Kılıç 2001). Bu yaklaşıma paralel olarak PDÖ'de de öğrencilere mevcut bilgi ve deneyimleri temelinde hazırlanmış problemler sunulmaktadır.

(Duch 2001; Weiss 2003) onların grup halinde ve küçük gruplar içerisinde işbirliği ile çalışmaları istenir (Duch *et al.* 2001). Öğrencilerin daha aktif ve öğrenme olayının merkezinde olduğu PDÖ’de sosyal etkileşimlerin önemli bir ağırlığı vardır. Öğretmen ise bilge kişi rolünden sıyrılarak daha çok bir rehber ve kolaylaştırıcı rolü üstlenir (Uden and Beaumont 2006). Dolayısıyla PDÖ yaklaşımı, hem bilişsel hem de sosyal yapılandırıcılıkla desteklenen teorik temellere sahiptir.

PDÖ, yapılandırmacı felsefeyi uygulamak için kullanılan bir araçtır (Pelech 2006). Yapılandırmacılık, öğrencilerin yeni şeyleri anlamaları için onları yapılandırmaya ihtiyaç duyduklarını öne süren bir öğrenme felsefesidir. PDÖ öğrencilerin kendi bilgilerini aktif bir şekilde yapılandırdıkları bir metodoloji olduğundan, PDÖ felsefesi temelde yapılandırmacı bir felsefedir (Ronis 2001).

1.3.2. PDÖ’nin avantajları

PDÖ’nin, eğitim uygulamalarına sağlamış olduğu ve özellikle fen eğitimi için büyük önem taşıyan avantajları, küçümsenemeyecek kadar çoktur. Aşağıda bu avantajlardan bir kısmına maddeler halinde yer verilmektedir.

1.3.2.a. Aktif öğrenmeyi sağlar

Aktif öğrenme süreci sonunda öğrencilere; gözlem yapabilme, sınıflandırma yapabilme, ölçüm yapma ve sayıları kullanabilme, iletişim kurabilme, tahmin edebilme, veri toplama, kaydetme ve yorumlayabilme, değişkenleri belirleme ve kontrol edebilme, tanımlama yapabilme, hipotez oluşturabilme, deney yapabilme ve model oluşturma ve kullanabilme gibi bilimsel işlem becerilerini kazandırma amaçlanır (Dökme 2005). Öğrenmenin aktif bir süreç olduğunu savunan yapılandırmacı yaklaşımın uygulama sürecinde kullanılan ve projeye dayalı öğrenme, araştırmaya dayalı öğrenme ve işbirliğine dayalı öğrenmeyi içine alan dört temel aktif öğrenme stratejisinden bir diğeri de PDÖ’dir.

Öğrencilerin ilgileri, pratik becerileri ve aktif öğrenmelerinde PDÖ formatıyla bir artış yaşanmaktadır (Norman and Schmidt 1992). PDÖ, öğrencinin öğrenme sürecinin merkezinde olduğu ve sorumluluğunu taşıdığı, karar verme ve düzenlemeler yapma fırsatlarının sağlandığı bir aktif öğrenme sürecine katkıda bulunur. Öğrenci aktiftir ve öğretmenin rehberliğinde bir bilim insanı gibi çalışarak ortaya konan problemler için çözüme götürecektir araştırmalar yapar.

1.3.2.b. Grupla çalışma becerileri kazandırır

PDÖ, öğrencilere takım halinde ve küçük gruplar içerisinde çalışma becerilerini kazandırmaya odaklanır (Duch *et al.* 2001; Uden and Beaumont 2006) Küçük gruplar halinde öğrenmeleri ihtiva eden dersler; öğrencilerin akademik başarıları, ders ve programları takipleri ve öğrenmeye karşı tutumları üzerinde geleneksel öğretimle karşılaştırıldığında daha pozitif bir etkiye sahiptir (Springer *et al.*1999).

1.3.2.c. Problem çözme becerileri kazandırır

Son yirmi otuz yılda, nasıl iletişim kurduğumuzdan işimizi nasıl yürüttüğümüze, bilgiyi elde edişimizden teknolojiyi kullanmamıza kadar hayatımızın bütün yönlerinde muazzam değişimler meydana geldi. Bugün öğrencilerimiz artık on yıl öncesinden bile daha farklı işleyen bir dünyada fonksiyon görebilecek şekilde hazırlanmalıdırlar. Gelecek nesil profesyonellerini bekleyen problemler, farklı disiplinlerden olacak ve yeni yaklaşımlar ile karmaşık problem çözme becerileri gerektirecek (Duch *et al.* 2001). Öğrencilere onların gerçek dünyalarından ve karmaşık bir yapıya sahip olan problemleri çözme becerilerini kazandırmak veya kuvvetlendirmek PDÖ'nin odaklandığı amaçları arasında yer almaktadır (Hsu 1999; Duch *et al.* 2001; Uden and Beaumont 2006). Bu konuya paralel olarak yapılan çalışmalarda, fen öğretiminde PDÖ'nin geleneksel anlatıma dayalı öğretime nazaran öğrencilerin problem çözme becerilerini daha fazla artırdığı belirlenmiştir (Kaptan ve Korkmaz 2002; Yaman ve Yalçın 2005b).

1.3.2.ç. Fen okuryazarlığını artırır

Fen okuryazarlığı; bilimsel gerçekler, kavramlar ve teoriler bilgisi, zihnin bilimsel düşünme alışkanlığı, bilimin doğasını anlama, matematik, teknoloji, teknolojinin kişiler üzerindeki etkisi ve toplumlar üzerindeki rolü ile bağlantı kurmadan ibarettir. Toplumlar, geleceğe doğru ilerlerken okuryazarlığın o geleneksel anlamı, teknoloji ve problem çözme becerilerini de içine alacak biçimde genişlemiştir. PDÖ; öğrencileri, problem çözerken farklı bağlamlarda standartların kullanımını sağlayarak, fen okuryazarı olmaya teşvik etmektedir. Bu şekilde değişik problem durumlarının dağıtılması ve farklı kavramların uygulanmasıyla sağlanan deneyimler, öğrencilerin okuryazarlığını ilerletmektedir (Ronis 2001). Disiplinler arası problemlerin fen okuryazarlığını artırmak için kullanımı en yeni yaklaşımlardan biri olup, PDÖ tarafından da desteklenmektedir (Allen 1996). Diğer taraftan PDÖ, öğretmenlere bilimsel okuryazarlığı öğretilmelerinde yardımcı olmaktadır (Ronis 2001).

1.3.2.d. Bilimsel işlem becerileri kazandırır

Çoğu bilimsel program, bilimsel araştırma sürecinin basamaklarının uygulamaya yönelik en ilgi çekici kısımlarını kopararak yalnızca birkaç adım üzerine odaklanır. Oysa PDÖ, öğrencileri bu basamaklarla çok yakın benzerlikler taşıyan bilimsel düşünmeye teşvik edici bir mahiyete sahiptir (Gallagher *et al.* 1995).

Temel becerileri oluşturan,

- Gözlem yapma
- Sınıflandırma yapma
- İletişim kurma
- Ölçüm yapma
- Tahminde bulunma
- Çıkarım yapma

ve birleştirilmiş beceriler adı verilen;

- Değişkenleri belirleyip kontrol etme
- Hipotez oluşturma ve sınama
- Verileri yorumlama
- Tanımlamalar üretme
- Deney yapma
- Model oluşturma

bilimsel araştırma sürecindeki becerilerdir (Kılıç 2003). Kullanılan problemlerin mahiyetine göre öğrencilerden, bu adımların azami düzeyde takibinin gerektiği PDÖ'de birer bilim insanı gibi çalışma yapmaları istenir.

1.3.2.e. Akılda kalıcılığı yüksek bilgiler kazandırır

Bazı kaynaklarda PDÖ'nin diğer metotlara göre daha az bilgi kazandırdığı belirtilse de bunun tam tersini ifade eden ve hatta PDÖ ile kazanılan bilgilerin akılda kalıcılığının daha fazla olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur. Norman ve Schmidt (1992), PDÖ'de başlarda az olsa da sonraki dönemlerde öğrencilerin öğrendiklerini daha uzun süre akıllarında tutabildiklerini belirtmektedir.

Hmelo ve Ferrari (1997)'e göre, PDÖ geniş ve esnek bir bilgi temelini yapılandırmasını amaçlamaktadır. PDÖ, öğrencilere en az bir geleneksel anlatım dersindeki kadar fen bilimlerindeki bilgi içeriğini kazandırmaktadır (Hsu 1999). Dods (1997)'da yaptığı deneysel araştırma sonrasında, PDÖ'nin bilgi kazanmayı ve kazanılan bilginin akılda tutulabilirliğini, geleneksel anlatım metotlarına göre daha fazla desteklediğini belirtmektedir (Ward and Lee 2002).

1.3.2.f. Biliş ötesi beceriler kazandırır

Biliş ötesi (metacognition) beceriler, öğrencilerin kendi düşüncelerinin ve öğrenme süreçlerinin farkına varması anlamına gelir. Hsu (1999)'a göre düşünmede yönetici bir

fonksiyon görebilme, müzakere etme, problem durumu hakkında düşüncelerini söyleme, problemle anlatılan şeyler hakkında bildiklerini gözden geçirme ve hatırlama, hipotezler kurma, neleri gözlemleyeceğine karar verme, ihtiyaç duyulduğunda sorular sorma, araştırma ile sağlanan yenilgilerin anlamlarını sorgulama, neler öğrendiğini gözden geçirme gibi davranışları içerdiği bilinen biliş ötesi beceriler, PDÖ’de öğrencilerin ulaşmaları istenen hedefler arasında yer almaktadır.

1.3.2.g. Kendi kendine öğrenme becerileri kazandırır

Kendi kendine öğrenme (self-directed learning), öğrencilerin sınavlar için çalışmaya terk edildiği geleneksel sistemdeki kendi arzusuna bağlı olarak çalışma (self-indulgent study) ile veya başkalarından yardım almaksızın kendi iradesiyle öğrenme (self-willed learning) ile karıştırılmamalıdır. Öğretmenler kaşıkla hazır verme durumundaki bilgi sağlayıcılar değil, öğrenme sürecini kolaylaştırıcı öğreticilerdir (Kwan 2000). Kendi kendine öğrenme ile kastedilen, öğrencilerin öğrenme faaliyetlerini kendilerinin yönetip kendilerinin planlamalarıdır.

PDÖ yaklaşımı, öğrencilerin literatürde “öğrenmeyi öğrenme” şeklinde ifade edilen (Savin-Baden and Major 2004; Duch 2007) hedefe ulaşmaları için, kendi kendilerine öğrenme becerilerini geliştirmelerini sağlar (Hsu 1999). Öğrenciler böylelikle hayatlarının geri kalan bölümünde kendi öğrenmelerini kendileri yürütebilecek bir nitelik kazanırlar. Norman ve Schmidt (1992), PDÖ’nin öğrencilerin kendi kendine öğrenme becerilerini artırdığını ve bu artışın sürdürülebilir olduğunu belirtmişlerdir.

1.3.2.ğ. Eleştirel düşünme becerileri kazandırır

Pascarella (1991) eleştirel düşünmeyi, bir tartışmada merkezi konu veya varsayımlar belirleme, önemli ilişkilerin farkına varma, doğru çıkarımlar yapma, elde edilen verilerden sonuçlar çıkarma, sonuçlar veriler temelinde olsa da olmasa da yorumlar yapma ve hâkim olan görüşleri veya delilleri değerlendirme olarak tanımlamaktadır. İyi

dizayn edilmiş bir PDÖ dersi öğrencileri eleştirel düşünmeye teşvik eder (Hsu 1999; Duch *et al.* 2001). Çünkü derse, anlatıma dayalı bir programla ve bir bilgi bütünü vermek amacıyla girmek yerine problemlerle başlanılmaktadır (Pithers and Soden 2000).

1.3.2.h. İşbirliğine dayalı öğrenme becerileri kazandırır

Miller ve Peterson (2003)'a göre de işbirliğine dayalı öğrenme, öğrencilerin akademik başarılarını artırıp, sosyal tutum ve davranışlarını geliştirerek öğrenciler için gelecekte pozitif etkiler vaat eder. İşbirliğine dayalı öğrenmenin arkasındaki genel prensip, ortak bir hedef için öğrencilerin bir takım halinde beraberce çalışmaları yani her bir öğrencinin, işbirliğine dayalı öğrenme aktivitesini değerli kılan şeyi öğrenmeleridir. PDÖ, işbirliğine dayalı öğrenme becerilerini geliştirir (Duch *et al.* 2001). Öğrenciler küçük gruplar halinde çalışarak kendi öğrenmelerini diğerlerinininki ile karşılaştırırlar. PDÖ sadece sosyal bir çevrede iletişim kurma fırsatlarını sağlamakla kalmaz, bunun yanında işbirliği içerisinde çalışmayla başkalarının görüşlerini anlamalarına yardım eder (Hsu 1999).

1.3.2.i. Yüksek motivasyon ve pozitif tutum sağlar

Bir PDÖ programında öğrenciler aktif birer öğrenci olup kendi öğrenmelerinin sahipleridirler. Bu yüzden geleneksel bir programdaki öğrencilere nazaran, öğrenmeye karşı daha yüksek bir motivasyon ve daha pozitif bir tutum içerisinde olduklarını ifade ederler (Hsu 1999). Probleme dayalı yaklaşımda kompleks ve gerçek dünya problemleri, öğrencilerin bu problemlerle çalışırken öğrenmeleri gerekli olan prensip ve kavramları tespit etmek ve araştırmak için onları motive etmek amacıyla kullanılır (Duch *et al.* 2001).

1.3.2.i. İletişim becerileri kazandırır

Grup üyeleriyle direkt olarak konuşmak, onların anlayabileceği kelimeleri kullanmak, açık bir şekilde sunmak, yargılayıcı olmayan ve açık uçlu soruları uygun bir şekilde sormak, grup üyeleri arasındaki yanlış anlaşılmalara belirleyip çözmeye çalışmak, kendi duygularını ifade etmek, sözel veya sözel olmayan davranışları anlamak ve bu davranışlara cevap vermek PDÖ'de yer alan iletişim becerilerindedir (Walsh 2005). PDÖ yaklaşımı, sözel veya sözel olmayan bu tür etkili iletişim becerilerini kuvvetlendirme üzerine odaklanır (Duch *et al.* 2001; Uden and Beaumont 2006).

1.3.2.j. Üst düzey düşünme becerileri kazandırır

Fen ve teknolojiadaki ilerlemeler disiplinler arası çalışmaları da vazgeçilmez kılmıştır. Bu durum, çözmek için daha fazla gayret gerektiren disiplinler arası problemlerin de gün yüzüne çıkmasına sebep olmuştur. Savery'a göre şimdiki ve gelecekteki öğrenciler için, bir PDÖ deneyimi ve yapılandırmacı araştırma-çözme aktiviteleriyle uğraşmaları son derece önemlidir. Yirmi birinci yüzyıl ilerlerken çığa da yükselmiştir ve her şeyden daha çok bütün öğrencilerin, üst düzey düşünme becerilerine ihtiyaçları vardır (Savery 2006).

Üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen PDÖ'nin temel amacı, öğrencileri Bloom'un bilişsel öğrenme seviyelerinden, bilgi, kavrama ve uygulama gibi basit seviyeler yerine analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey öğrenme seviyelerinde öğrenmelerini sağlamak için teşvik etmektir (Guedri 2001). PDÖ'de iyi dizayn edilmiş problemler aracılığıyla, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini kazanmalarına fırsat verilir (Weiss 2003). Diğer taraftan Anderson (2007)'da yaptığı deneysel araştırma sonrasında, PDÖ'de üst düzey düşünme becerilerinin kullanımında geleneksel anlatım metotlarına göre daha fazla artış olduğunu belirtmektedir.

1.3.2.k. Öğretmen adayları için model oluşturur

Geleneksel bir üniversite sınıfında anlatımlar genellikle somut örnek ve uygulamalar üzerinden soyut kavramlara vurgu yapmayı esas alan muhteva yörüngeli olmaktadır. Değerlendirme teknikleri ise bilgiyi ve olayları hatırlamaya odaklanıyor olup nadiren öğrencileri yüksek bilişsel anlama seviyesine çıkarmaya teşvik edebilmektedir. Bu öğretim şekli, öğrencilerde öğretmenlerin dersin muhtevasını vermekle görevli olduğu ve öğrenciyi ise pasif alıcılar olarak gören bir öğrenme görüşüne sahip olmaya teşvik etmektedir (Duch *et al.* 2001). Öğrencinin öğrenme sürecinde aktif olduğu ve öğretmenin hazır bilgiler vermek yerine rehberlik yaptığı PDÖ yaklaşımlarıyla işlenen dersler, bu anlamda öğretmen adayları için örnek alabilecekleri model uygulamalar niteliğindedir.

1.3.2.1. Bilgi kaynaklarını kullanma becerilerini artırır

PDÖ öğrencilerin uygun öğrenme kaynaklarını bulma, değerlendirme ve kullanma becerilerinin (Duch *et al.* 2001) yanı sıra kişisel kaynaklara danışma ve bilgi alma becerilerini de artırmaktadır (Uden and Beaumont 2006). Bununla birlikte Smith (1995), PDÖ'nin avantajlarını dile getirirken, PDÖ ile öğretim gören öğrencilerin, kütüphanelerin ve bağımsız öğrenmeyi destekleyen diğer bilgi kaynaklarının daha sık kullanıcıları haline geldiklerini ve yeni bilgiye daha kolay bir şekilde entegre olabildiklerini de belirtmektedir (Sonmez and Lee 2003).

1.4. PDÖ'nin Karakteristik Özellikleri

1.4.1. PDÖ uygulamasının basamakları

PDÖ birçok disiplinin öğretiminde yer bulan uygulamaları sayesinde bu disiplinlere özgü farklı uygulama basamakları içerebilmektedir. Bununla birlikte literatürde bütün PDÖ uygulamaları için temel olan bazı basamaklardan söz edilmektedir.

Walsh (2005) ve Pelech (2006) PDÖ'nin adımlarını şu şekilde sıralamışlardır:

1. Problemlerle karşılaşma ve onu tanımlama
2. Ne bildiğini ve bilmek için nelere ihtiyaç duyduğunu belirleme ve fikirlerini sıralama
3. Bilgiyi toplama ve paylaşma
3. Muhtemel çözümleri ve hipotezleri üretme
4. Öğrenme konularını (learning issues) belirleme
5. Yeni bilginin probleme uygulanması ve yeniden değerlendirme
6. En iyi çözümü belirleme
7. Problemi ve çözümünü özlü bir şekilde açıklama
8. Değerlendirme ve öğrenilenlerin sunulması

Boud ve Feletti (1997), bir PDÖ sürecinde şu aşamaların takip edildiğini belirtmektedir:

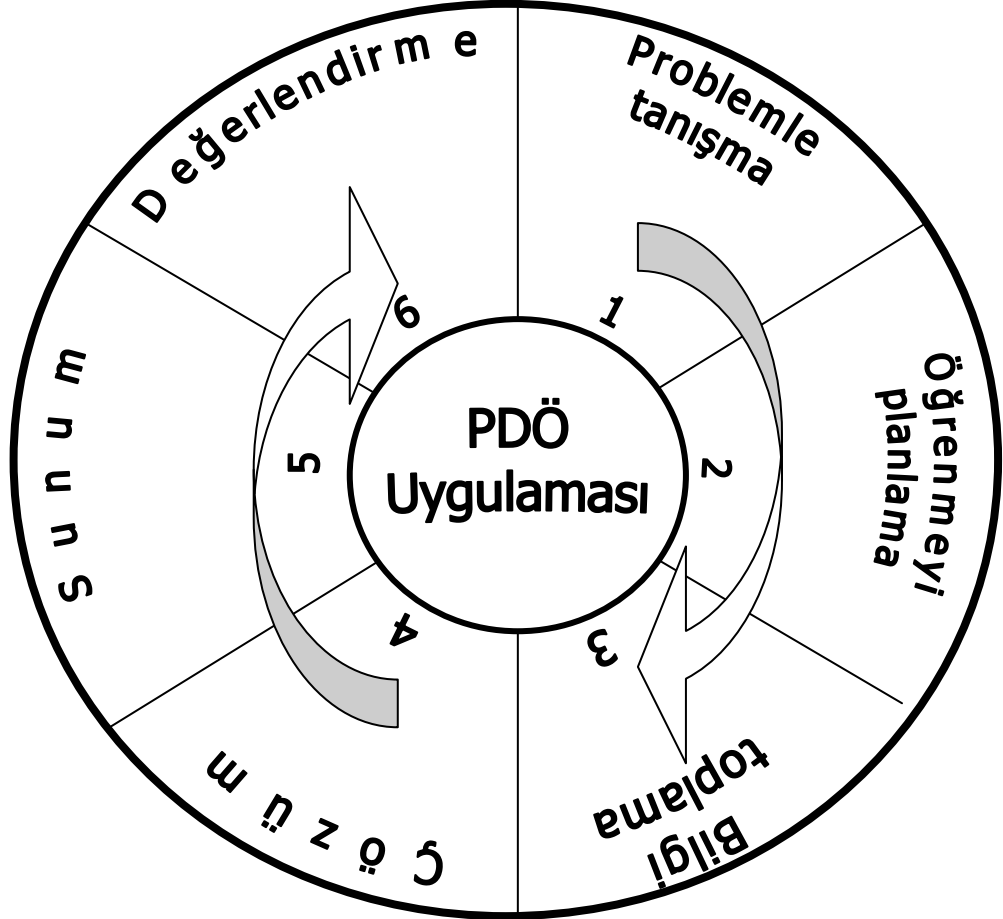
— Öğrencilere; örnek olay, araştırma yapırağı, videotıyp vb. aracılığıyla bir problem takdim edilir. Gruplar halinde çalışan öğrenciler probleme dair görüşlerini ve ön bilgilerini organize ederler ve verilen problemi ayrıntılı bir şekilde tanımlamaya gayret ederler.

— Öğrenciler, yaptıkları tartışmalarla probleme dair bilmedikleri yönleri betimlemeyen ve “öğrenme konuları” olarak adlandırılan soruları belirleyip kaydederler. Öğrenciler sürekli olarak, bildikleri ve daha da önemlisi bilmedikleri şeyleri bulmaya teşvik edilirler.

— Öğrenciler, ürettikleri öğrenme konularını önem seviyesine göre sıralarlar. Daha sonra grup tarafından hangi soruların takip edileceğine, hangi öğrenme konularının hangi grup üyelerine verileceğine ve kimlerin grubun geri kalanına öğreteceğine karar verilir. Öğrenciler ve öğretmen ayrıca öğrenme konularını araştırmak için ihtiyaç duyulan kaynaklara ve bunların nerelerde bulunabileceğine karar verirler.

— Öğrenciler, yeniden toplandıklarında, öğrenme konularını açıklayarak bu yeni bilgilerini probleme entegre ederler. Bu arada yeni öğrenme konuları belirlemeye devam eden öğrenciler böylece öğrenmenin devam eden bir süreç olduğunu ve öğrenme konularının açıklanabilir olduğunu görmüş olurlar (Duch *et al.* 2001).

PDÖ'nin uygulama sürecini, daha kolay anlaşılmasını ve hatırlanmasını sağlamak amacıyla, kısa ve özlü bir şekilde altı basamak halinde gösterebiliriz (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. PDÖ uygulama basamakları

I. Problemlerle tanışma: Öğretmen, küçük gruplar halindeki öğrencilerine, gerçek hayatla ilişkili ve eksik yapılandırılmış (ill-structured) bir problemi senaryolaştırılmış halde verir. Öğrenciler önbilgileri temelinde verilen bu problemi tanımlamaya çalışırlar.

II. Öğrenmeyi planlama: Grup halinde görüş alışverişi yapılarak problem hakkında bilinenler sıralanır ve bilinmesi gereken hususlar “öğrenme konuları” adı altında not edilir. Muhtemel çözüm önerileri üzerinde tartışma yapılarak üretilen hipotezler kaydedilir. Çözüm için hangi bilgi toplama metot ve kaynaklarına ihtiyaç duyulacağı ve

bunlara nasıl ulaşılabileceği öğretmenin rehberliğinden de faydalanılarak belirlenir. Her bir öğrenme konusu üzerinde, işbölümüne dikkat edilerek planlamalar yapılır.

III. Bilgi toplama: Bilgi kaynaklarına (kütüphane, internet, kişisel kaynaklar vb.) ulaşılmaya çalışılarak bilgi toplanır. Problemin çözümüne yönelik metotlarla (gözlem, deney vb.) ölçümler yapılarak gereken veriler elde edilir.

IV. Çözüm: Elde edilen bilgiler paylaşılarak yorumlanır. Probleme yönelik muhtemel çözümler üzerinde grup halinde tartışılır ve en uygun çözüm belirlenir.

V. Sunum: Problem durumu için belirlenen çözüm, öneri halinde sınıftaki diğer gruplara özlü bir şekilde sunularak açıklanır. Öneri hakkındaki görüş ve eleştiriler not edilir.

VI. Değerlendirme: Öğrenciler PDÖ programının unsurlarını ve süreç boyunca gösterdikleri performansları kendi bakış açılarıyla değerlendirirler. Öğretmen, öğrencilerinin performanslarıyla ilgili olarak, öğrenme ürünleri temelinde ölçme ve değerlendirmelerde bulunur.

1.4.2. Öğretmenin rolü

PDÖ'de öğretmenin rolleri hakkında söylenenler birçok kaynakta hemen hemen ortak maddeler içermektedir. Aşağıda Uden ve Beaumont (2006) ve Savin-Baden ve Major (2004)'a göre öğretmenin rolleri sıralanmıştır:

1. Öğretmen PDÖ uygulamasına, yani PDÖ etkinliklerine zaman ayırmaya, öğrencilerin çalışmalarını yakından ilgilenmeye, onların daha iyi anlamalarını sağlamaya ve PDÖ uygulamalarından zevk aldığını göstermeye motive olur.
2. Gerçek hayattan alınmış ve iyi dizayn edilmiş problemler hazırlar.

3. PDÖ uygulamaları için öğrencilerin yönlendirilebileceği kitap, dergi, web vb. kaynakların ulaşılabilirliğini ve bunların yürütülecek çalışmalar için ne kadar kullanışlı olduğunu kontrol eder.
4. Öğrenmeleri değerlendirebilmek için amaçları, kazanımları, strateji ve teknikleri açık bir şekilde belirler.
5. PDÖ oturumlarında acemi öğrenciler sorularını ve bilgilerini doğrudan öğretmene iletme eğilimindedirler. Bu yüzden öğretmen grupları gözetim altında tutarak öğrencilerin bildiklerini ve varsa sorularını grup üyeleriyle paylaşmaya yönlendirir.
6. Öğrencilerin anlamalarını daha üst seviyelere çıkarabilmek ve sunulan problemin derinlemesine analizlerini yapmalarını sağlamak amacıyla sorular yönlendirir.
7. Öğrencilerin gülünç duruma düşme korkusuna kapılmadan fikirlerini paylaşabilecekleri bir ortamı sağlayabilmek amacıyla soru sormayı düşünüp de çekinenleri tahmin ederek destekler ve fikirlerine değer verir.
8. Gruplara, çalışma süreçlerini kontrol etmelerine ve ilerlemelerine yardımcı olmak maksadıyla ulaştıkları pozisyonları özetler. Bu özetlemeyi yaparken mümkün olduğunca tarafsız davranır.
9. Grupların artık ilerleyemeyecek bir noktaya geldiği durumlarda veya PDÖ'ye henüz alışkın olmayanların karar verme süreçlerinde, bazı alternatifler önerir.
10. Grupların PDÖ sürecini izler. Bu hem kendinin hem de grupların süreçteki yerlerini görme açısından önemlidir.
11. Öğrencilerden kişisel ve grup olarak süreç hakkındaki izlenimlerini alabileceği sorulara yer verir.
12. Bilge kişi rolünden sıyrılarak daha çok bir rehber ve kolaylaştırıcı rolü üstlenir.

1.4.3. Öğrencinin rolü

PDÖ'de öğrencilerden kendi kendine öğrenmeyi nasıl başaracaklarını en kısa zamanda öğrenmeleri istenir. Öğrencilerin öğrenmede üstlendikleri rol, bu yaklaşımda tamamen değişmiştir. Pasif alıcıların yerini bilgiyi aktif bir şekilde yapılandıran öğrenciler almıştır. Gruplar halinde çalışan öğrenciler önbilgilerini organize etmeye ve problem durumlarını tanımlamaya ihtiyaç duyarlar. Öğrenciler, anlamadıkları şeyler hakkında ve

bir problem çözüme planının dizaynı ve gerekli kaynakların nasıl belirleneceği konularında sorgulayıcı olmalıdırlar (Uden ve Beaumont 2006).

PDÖ'de öğrencilerden beklenenleri maddeler halinde şöyle sıralayabiliriz (Savin-Baden and Major 2004):

1. Problemin yapısını ana hatlarıyla kavrayarak problem durumunu analiz etme.
2. Problem için uygulanabilir çözüm önerileri geliştirme.
3. Grup içi tartışmalarda karar verici rol üstlenme.
4. Problemin çözümü için araştırılmasına ihtiyaç duyulan öğrenme hedeflerinin belirleme.
5. Öğrenme hedeflerine ulaştırabilecek kaynak ve stratejileri tespit etme.
6. Elde edilen verilerden çıkardığı sonuçları yani öğrenme ürünlerini değerlendirme.
7. Hem öğrenme amaçlarını hem de öğrenme araçlarını kontrol etme.
8. Düşüncelerini diğer grup üyelerinin anlayabileceği açık ve anlaşılır bir şekilde sunma.
9. Farklı görüşleri tarafsız bir şekilde değerlendirme.
10. Bireysel olarak rollerinin ve sorumluluklarının farkında olma.
11. Yeni fikir ve durumları savunucu ve diğer grup üyelerine kabul ettirici davranış sergileme.
12. Diğer grup üyelerini, sonuca ulaştıran elverişli önerilerinden dolayı tebrik edip değer verme.
13. Problemin çözümü için bilgi altyapısını geliştirme.
14. Uygun araştırma prosedürlerini kullanmada ve grubu yönlendirmede yardımcı olabilecek belirli hedefler koyabilme.
15. Problemlerle ilgili sahanın veya disiplinin uygulayıcıları tarafından kullanılan süreçleri düşünerek gözlem ve uygulamalar yapma.
16. Öğrendiklerini diğer grup üyelerine aktararak birbirlerinin öğreticileri olma.
17. Yeni bir probleme ve muhtemel çözümüne odaklanmada cesaretli olma.
18. Kavramları keşfetmek ve becerilerini kullanmak için dış dünya ile ve diğer insanlarla iletişime geçme.
19. Problem ve çözümlerine yeni ve orijinal düşüncelerle yaklaşma.

20. Süreç boyunca sorgulayıcı olma.
21. Yapıcı eleştirilere olumlu tepkide bulunma.
22. Grup çalışmalarına zamanında ve düzenli bir şekilde katılma.
23. Grup tarafından önceden belirlenen görevleri tamamlama.
24. Grup tarafından ortaya konan ürünleri ve sorumlulukları kabul etme.
25. Problemin çözümü için önemli kaynakları bularak üretip paylaşma.

1.4.4. PDÖ probleminin özellikleri

Herhangi bir dergi veya gazete makalesi, belgesel, haber, kitap veya film, bir PDÖ dersinin problemleri için muhtemel materyaller olabilir (Duch 2001). Böyle materyaller etrafında kurgulanan senaryolar, PDÖ ortamına problem durumları olarak sunulmaktadır.

PDÖ'de, kullanılan problemlerin eksik yapılandırılmış (ill-structured) özellikte olmalarına dikkat edilir. Eksik yapılandırılmış (ill-structured) problemler tek bir algoritma ile çözülemeyen karmaşık problemlerdir. Böyle problemler tek bir doğru cevaba sahip değildirler fakat öğrencilerin, alternatifleri düşünmelerini ve ürettikleri çözümleri destekleyecek mantıklı bir argüman sağlamalarını gerektirir (Hmelo-Silver and Barrows 2006).

Gallagher *et al.* (1995)'a göre ise eksik yapılandırılmış problemler tam yapılandırılmış (well-structured) problemlerden birkaç yönden farklıdır. Birincisi ilk ifadesinde, problemin doğasını tam olarak tanımlayabilmek ve bir çözüm geliştirmek için gerekli olan bütün bilgilerin bulunmayışıdır. İkincisi problemin bileşenlerini çözme işine yaklaşımda tek doğru bir yolun olmayışıdır. Üçüncüsü, yeni bilgiler toplandıkça problemin tanımının değişebilmesi veya düzenlenebilmesidir. Son olarak da öğrencilerin hiçbir zaman çözüm seçenekleri arasından doğru seçimi yapıp yapamadıkları konusunda emin olamayışlarıdır. Çünkü topladıkları bilgi eksik veya çelişkili olabilir.

PDÖ önceden belirlenen problemler etrafında organize edilmektedir. Dolayısıyla problemin PDÖ uygulamalarında merkezi bir rolü vardır. PDÖ ile ilgili hemen her kaynakta problemde bulunması gereken özelliklerden de bahsedilir. Bu kaynaklardan Duch (2001), Mauffette *et al.* (2004), Weiss (2003), Uden and Beaumont (2006), Sonmez and Lee (2003), Nowak and Plucker (1999) ve Gallagher *et al.* (1995)'den hareketle bir PDÖ probleminde bulunması gerekli olan özellikler, aşağıdaki maddeler halinde sıralanabilir:

1. Problem öğrencinin o anki bilgi birikimleri temelinde olmalıdır.
2. Problem eksik yapılandırılmış (ill-structured) olmalıdır. Yani çözüme götürecek birden fazla yola sahip olmalıdır.
3. Otantik olmalı. Yani problemler öğrencilerin günlük yaşamları dışında ve aşırı teorik olmamalı, gerçek hayattan seçilmelidir. Şu anki deneyimleri temelinde olmasa da gelecekteki planları ve kariyer beklentileri ile ilgili olmalıdır.
4. Problem eksik tanımlanmış (ill-defined) olmalı, yani problem ilk duyulduğunda öğrencilerin aklına onu tanımak için sorular gelmelidir. Çözümün inşası için gereken bilgiler hemencecik ulaşılabilir olmamalıdır.
5. Yaşam boyu öğrenmeyi ve kendi kendine öğrenmeyi desteklemelidir.
6. Öğrencilerin ilgisini çekebilmelidir.
7. Öğrencilerin karşılaştıkları kavramları daha derin anlayabilmeleri için onları araştırma yapmaya motive edebilmelidir.
8. Bilgi ve mantık temelinde yargılamalar yapmayı ve karar vermeyi gerektirmelidir.
9. Çözüme ulaşabilmek için bütün grup üyelerinin işbirliğini gerektirecek derecede karmaşık olmalıdır.
10. Başlangıçta tüm grup üyelerini tartışmaya çekebilecek kadar tartışılabilir olmalıdır.
11. Dersin kazanımlarını kapsamalıdır.
12. Öğrencilerin önbilgilerini yeni kavramlarla bağlayıcı olmalıdır.
13. Öğrencilerin yeni bilgilerinin diğer ders veya disiplinlerdeki kavramlarla ilişkilendirici olmalıdır.
14. Öğrencilerin düşünme becerilerini, Bloom'un düşük bilgi ve kavrama seviyelerinden analiz, sentez ve değerlendirme gibi daha yüksek düşünme seviyelerine yükseltmeye teşvik edici olmalıdır.

1.4.5. PDÖ'de değerlendirme

PDÖ'nin hedefleri hem bilgi hem de süreç temellidir. Öğrencilerin PDÖ yaklaşımından istenen düzeyde yararlandıklarından emin olmak için, bu iki boyutta da düzenli aralıklarla değerlendirilmeleri gerekmektedir. Öğrenciler onlara sunulan problemlerin müfredatta kapsamış olduğu içerikten sorumludurlar. Dolayısıyla ne bildiklerinin ve neyi öğrendiklerinin farkında olmaya ve bunu yansıtmaya ihtiyaç duymaktadırlar (Savery 2006).

PDÖ'de değerlendirme metotlarının seçimi; öğrencilerin mevcut deneyimleri (bilgisayar kullanabilmeleri vb.), bilişsel stilleri, psikolojik karakterleri gibi öğrenci özellikleri, kaynak materyallerinin ulaşılabilirliği, bilgisayar imkânları ve sınıf kapasitesi gibi çevre özellikleri, programın hedefleri, seçilen problemlerin özellikleri gibi içeriğe ait öğeleri ve zamanın elverişliliği gibi bazı faktörler tarafından etkilenir. PDÖ'de değerlendirme metotları süreç merkezli ve ürün merkezli olmak üzere ikiye ayrılır ve bu metotlar şöyle sıralanır:

Süreç merkezli değerlendirme metotları:

1. Öğretmen ve akranların öğrencileri değerlendirme maksatlı sınıflandırmaları
2. Öğrencilerin kendilerini değerlendirmeleri
3. Rahatsız edici olmayan ölçümler (Kütüphane kayıtları, kontrol edilmiş makaleler, öğrenci takip çizelgeleri)
4. Sözlü sınavlar, mülakatlar
5. Gözlemler
6. Öğrenci raporları
7. Problemlerle yapılan değerlendirmeler
8. Performans değerlendirmeleri (Görsel, sözlü, işitsel ve yazılı sunumlar, grafikler, gösteriler, matematiksel analizler ve portfolyolar).

Ürün merkezli değerlendirme metotları:

1. Öğrenci raporları
2. Öğrencilerin yürüttüğü değerlendirmeler
3. Çoktan seçmeli sınavlar

4. Kısa cevaplı veya boşluk doldurmalı sınavlar
5. Yazılı sınavlar
6. Portfolyo değerlendirmeleri (Hsu 1999).

Öğrencilere kendi öğrenmelerini değerlendirme ve yansıtma fırsatı verme PDÖ'de anahtar bir öğedir. Kendini değerlendirme basamağı ile öğrenciye, problem başlarken grup olarak belirledikleri hedeflere ulaşmadaki performanslarını karşılaştırma imkânını sağlar. Kendini değerlendirme öğrencilere, akademik ortam dışında kendi öğrenmelerini izleme becerilerini geliştirme imkânı sağlar ve onlara hayat boyu öğrenciler olma amacına ulaşmada da yardım eder (Waters and McCracken 1997). Bununla birlikte bir PDÖ dersinde öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirme ile ilgili kararlar dersin kazanımlarının incelenmesiyle başlamalıdır. Bir müfredattaki kazanımlarını listeleterek öğrencilere sunmak önemlidir. Böylece öğrenciler, öğretmenlerinin onlardan beklentilerini görüp anlayabilirler. Amaç öğrencilerin araştırmalarını ve kendi kendilerine (kendi kontrollerindeki) öğrenmelerini sınırlandırmak olmadığından, öğrenme kazanımları ders içeriğinin detaylarından daha çok genel kavramlar ve beceriler üzerine odaklanmalıdır (Duch and Groh 2001).

1.5. PDÖ'nin Dezavantajları ve Uygulamadaki Zorlukları

PDÖ'nin çok sayıda avantajının yanı sıra, uygulamada görülen dezavantajlarına değinen araştırmalarda bulunmaktadır. PDÖ'ye ait dezavantaj niteliğindeki hususları aşağıdaki beş başlık altında sıralayabiliriz:

Öğretmenlerin Yaşadığı Zorluklar

Öğretmenler, geleneksel ortamdaki bilgi aktaran öğretmen rolünden, öğrencilerini cesaretlendiren kolaylaştırıcı öğretmen rolüne geçtiklerinden değerlerinin eksildiğini hissederler (Wood 2004). Ayrıca sınıfın kontrolünü elinde tutmak ve pasif dinleyici öğrencilerle ders işlemek isteyen öğretmenler PDÖ ortamından rahatsızlık duyarlar.

Kendilerini bir bilgi bütününün öğrenciye aktarılması rolüne alıştırmış öğretmenlerin PDÖ'deki rollerine alışmaları zor olmaktadır (Hung *et al.* 2003).

Bununla birlikte PDÖ'de başarı, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirerek ve kendi kendilerine öğrenmelerini destekleyerek, bilinmeyen problemler üzerinde disiplinli bir şekilde çalışmasına bağlıdır. Bu ise PDÖ'de öğretmenin daha iyi çalışmış olmasını gerektirir (Uden and Beaumont 2006). Geleneksel sistemde öğretmenler, kendilerini alanlarının uzmanları olarak algılayarak PDÖ'de, kendi alanları dışındaki sorulara cevap veremediklerinden dolayı kendine güvensizlik ve ümidi kırılmışlık hisseder ve kendilerini konunun uzmanı olmayan öğreticiler olarak görürler. Bilmeme ve alışmama korkusu öğretmenlerde büyük endişelere sebep olur. Yüksek endişe PDÖ'den kaçınmaya ve dolayısıyla direnmeye ve reddetmeye yol açar. Üstelik geleneksel sistemde, öğretmenler anlattıkları şeyler için doğrulanmaya ihtiyaç duyduklarından anlatım metoduyla öğretim onlarda rağbet görür (Kwan 2000).

Diğer taraftan öğretmenlere aynı sınıfın başka derslerine giren ve PDÖ'yi uygulamayan meslektaşları tarafından gösterilen tepkiler söz konusudur. PDÖ'de öğrenmenin zevkli olduğunu gören, düşünme, problem çözme ve öğrenme becerilerinin geliştiğini fark eden öğrenciler daha fazla pasif olmayı kabullenemezler. Öğretim ve değerlendirme metodlarında fark ettikleri kalitenin aynısını derslerine giren diğer öğretmenlerden de isterler. Bu durum PDÖ ile çalışmayan öğretmenlerde gerilime yol açabilmektedir (Little 1997).

Öğrencilerin Yaşadığı Zorluklar

Öğrencilerde farklı bir sistemden dolayı korku hissi oluşabilmektedir. Sabit bir müfredat ve ders kitabı olmadığından ne öğrenmeleri gerektiğini (en azından başlangıçta) bilmezler. Ayrıca her öğrencinin süreç sonunda farklı bilgi ve beceriye sahip olacağı endişesi onlarda hâkimdir (Wood 2004). Öğrenciler PDÖ'de kendilerinden beklenen öğrenme ile alışkanlıkları arasında çelişkiye düşerler (Little 1997). Problemler

vasıtasıyla düşünme ve öğrenme onların alışık olmadıkları bir durumdur. Bununla beraber Asya halkları gibi genellikle utangaç, soru sormayan, kendilerine güvenleri zayıf ve aşırı derecede nazik olan toplumlarda PDÖ biraz daha fazla dezavantaja sahip olabilir. Halbuki başarılı bir PDÖ uygulaması için öğrencilerin sürekli bir şekilde sorular sormaları ve cevapları bulmak için kendilerinin araştırma yapmaları gerekmektedir. Öğrenci öğretmen ilişkileri daha açık ve serbest olmalıdır. Öğrenciler öğretmenlerini eleştirebilmeli ve yanlışlar yaparak bu yanlışlar sayesinde öğrenmelidirler. Bu yüzden Asyalıların özellikleri, öğretmenler kadar öğrenciler olarak da başarılı PDÖ uygulamaları için gerekli davranışları engelleyici olarak gözükmektedir (Kwan 2000).

Kazandırdığı Bilginin Mahiyeti

Bazı çalışmalarda PDÖ’de öğrencilerin daha az bilgi elde ettikleri belirtilmektedir. Mesela Banta *et al.* (2000)’ın öğrencilerle yaptıkları mülakatlarda PDÖ öğrencilerinin nispeten daha az öğrendikleri görülmüştür (Uden and Beaumont 2006). PDÖ’de üst düzey düşünme becerileri kazandırılmaya çalışılırken, bilgi kazanmada eksikliğin meydana gelmesi ve öğrencilerin yalnızca sınırlı bir konu içeriğini düşünmelerine yol açan problemlere odaklanılması yapılan eleştirilerden bir diğeridir. PDÖ’nin, genişliği derinliğe feda ettiği eleştirisi başlangıçta mantıklı gibi görünmektedir. Her şeyden öteye problem çözme adımları muhtemelen ders içeriğinin mikro parçaları üzerine odaklanır. Hung *et al.* (2003)’a göre genişliğin derinlikten daha önemli olduğu iddiası tartışılır bir iddiadır. Ve hiçbir dersin tam anlamıyla bütün genişliği ile ele alınamayacağı bir gerçektir. Ayrıca PDÖ’de bilgi kazanmanın feda edildiği iddiası gerçekçi değildir. Çünkü yüksek düşünme seviyesiyle bilgi kazanma sonuçlarının bir arada olduğu ve birbirini desteklediği çalışmalar bulunmaktadır.

Hung *et al.* (2003)’a göre, PDÖ’nin kısa vadeli bilgi kazanmaktan daha ziyade uzun vadede hatırlanabilir bilgileri kazandırdığına dair literatür (Norman and Schmidh 1992) olsa da PDÖ’nin kullanılması bu maliyete değer sonuçlar vermektedir. Çünkü yapılan çalışmalar, PDÖ’nin eleştirel düşünme becerileri ile biliş ötesi becerilerde ve dolayısıyla

problem çözüme becerilerinde, ayrıca problem çözüme becerilerini sınıftan gerçek hayata transfer edebilmede çok etkili olduğunu göstermektedir.

PDÖ öğrencileri, çoktan seçmeli testlerde, anlatıma dayalı metotla öğretim gören öğrenciler kadar performans gösteremeyebilirler. Fakat Norman ve Schmidt (1992) tarafından yapılan çalışmalar, PDÖ öğrencilerinin bilgiyi akılda daha uzun bir dönem tutabildiklerini ortaya çıkarmıştır. Akılda kalıcılıktaki bu gözle görülür gelişme, PDÖ’de gerçekleşen öğrenme yoluyla ilişkili olabilir.

Zaman

PDÖ’nin en çok eleştiri alan yönlerinden birisi de, böyle bir uygulamanın geleneksel anlatıma dayalı öğretime göre çok fazla zamana ihtiyaç duymasıdır (Cavanaugh 2001; Uden and Beaumont 2006). Bu dezavantajı ortaya çıkaran sebepler; daha fazla bilgi içeriği yerine daha derin bilginin tercih edilmesi ve bir öğretmenin ancak sınırlı sayıdaki öğrencinin bulunduğu sınıflarda zaman geçirebilmesidir.

Maliyet veya Öğretim Kurumunun Desteği

PDÖ’nin dezavantajlarından bir başkası da geleneksel anlatıma dayalı öğrenmeye göre maliyetinin yüksek olmasıdır. Bu maliyet hesabı içerisinde birçok faktör girmektedir. Öğretmen ve öğrencilerin harcadıkları zaman, gereken personel desteği, küçük grupların toplantı ihtiyacı için odalar ve kütüphane materyalleri gibi kaynaklar bu faktörlerdendir. (Uden and Beaumpnt 2006).

Bununla birlikte çok sayıda öğrenciye tek bir öğreticiyle ders verilebilecekken, PDÖ’de, böyle bir sınıf için çok sayıda öğretmene ihtiyaç duyulmaktadır (Wood 2004). Öğretim kurumlarının maliyet hesabı konusundaki desteğine PDÖ’de diğer öğretim metotlarına nazaran daha fazla ihtiyaç vardır.

1.6. PDÖ ile İlgili Yanlış Anlayışlar

Maudsley (1999)'a göre PDÖ yaklaşımının farklı disiplinler tarafından, değişik yaş seviyelerinde ve değişik içerik alanlarında geniş ölçüde kabul görmesi, PDÖ'nin bazı yanlış uygulamalarını ve bazı yanlış anlamalarını ortaya çıkarmıştır (Savery 2006).

Boud ve Feletti (1997), PDÖ'ye ilişkin karışıklıkların muhtemel sebeplerini aşağıdaki şekilde sıralamıştır:

- Bir müfredat dizayn yaklaşımı olan PDÖ'yi problem çözmenin öğretimi ile karıştırma
- Her düzeyde yeterli personel desteği olmaksızın bir PDÖ uygulamasını kabul etme.
- Kullanılan problemlerin türü ve yapısı ile ilgili araştırma ve gelişim eksikliği.
- Öğrenme kaynaklarının dizaynı, hazırlanması ve yenilenebilirliğinin devamı için araştırma eksikliği.
- PDÖ programlarında öğrenme ürünlerini karşılamayan değerlendirme metotlarının kullanımı.
- Asıl öğrenme konuları üzerine odaklanmayan ve aşırı derecede geç uygulanan değerlendirme stratejileri (Savery 2006).

Problem çözme yöntemi de problemler üzerinden yürüse de PDÖ'deki problemler öğrencilerin, öğrenmeyi öğrenmelerini sağlayacak şekilde ve gerçek hayattan seçilerek onları sonraki hayatlarında kullanacakları becerileri kazandırmayı amaçlamaktadır (Savin-Baden 2000). PDÖ'de eksik yapılandırılmış problem durumları söz konusu iken problem çözme yönteminde öğretmenden sağlanmış bilgiler doğrultusunda belirli olan mantıklı bir, adım adım çözme süreci vardır. PDÖ'de öğrenciler kendi öğrenme deneyimlerinin sahibi aktif ve bağımsız araştırmacılar iken, problem çözümede problemin çözüm sınırları boyunca bilgi kazanan problem çözücüler rolündedirler. PDÖ'de öğretmen, öğrenme için değişik fırsatlar, kolaylıklar sağlarken problem çözme yönteminde doğru bilgi ve çözüm için direkt yardım söz konusudur. PDÖ'de grupça ve kişisel öğrenme için stratejiler geliştirme aktiviteleri yapılırken problem çözme

yönteminde sadece verilen problemin çözümüne çalışılır (Savin-Baden and Major 2004).

Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı da PDÖ ile sık sık karıştırılmaktadır. PDÖ ile araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı arasındaki en önemli fark, öğretmenin rolü ile ilgilidir. Araştırmaya dayalı yaklaşımda öğretmen hem öğrenmeyi kolaylaştırıcı hem de bir bilgi sağlayıcıdır. PDÖ’de öğretmen, süreci destekler ve öğrencilerden düşündüklerini açıklamalarını ister fakat problemle ilgili olarak bilgi sağlamaz (Savery 2006).

PDÖ ile projeye dayalı öğrenme arasında birçok benzerlikler olmasına rağmen farklılıklar da mevcuttur. Esch (2000)’e göre projeye dayalı öğrenme zihinde bir son ürün veya eser oluşturma düşüncesi ile başlar. Öğrenciler projeye dayalı öğrenmede bir üretim modeli kullanırlar. Bu model,

1. Bu son ürünün yapılanmasındaki amaçları belirleme,
2. Konuyu araştırma,
3. Ürünü dizayn etme,
4. Projeyi yürütmek için bir plan yapma, basamaklarından ibarettir.

Öğrenciler daha sonra projeye başlar, üretimdeki problemleri çözüp ürünü bitirirler. Son ürün gerçek hayattaki üretim aktiviteleri temeline dayalıdır ve öğrencilerin kendi fikir ve yaklaşımları ile yapılmıştır. Diğer taraftan PDÖ’ye öğrenme üzerine odaklanan bir problemle başlanır. Problemler eksik yapılandırılmıştır ve gerçek hayattan olayları yansıtırlar. PDÖ bir üretim modelinden daha çok bir araştırma modelini kullanır (Uden and Beaumont 2006).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kaynak özetleri bölümü çerçevesinde, hem Termodinamiğin Birinci Kanununun öğretimi ile ilgili araştırmalara hem de PDÖ'nin fen eğitimi alanındaki uygulamalarıyla ilgili araştırmalara yer verilmektedir.

2.1. Termodinamiğin Birinci Kanununun Öğretimi ile İlgili Araştırmalar

Brook ve Driver (1984), yaptıkları çalışmada 15 yaş grubu öğrencilerinin enerji kavramları hakkındaki fikirlerini öğrenmeyi amaçlamışlardır. Enerjinin Korunumu Prensipleri, enerji transferleri ve enerji dönüşümleri esnasında miktardaki düşüşle ilgili olarak hazırlanan sorular, toplam 300 öğrenciye sorularak onlardan cevaplarını yazılı olarak vermeleri istenmiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin bazılarının enerji hakkındaki görüşlerinin bilimsel olarak kabul gören enerji görüşüyle bağdaşmadığı, bazı öğrencilerin ise enerjinin transferi durumundaki nicel değişiklikleri açıklayamadıkları belirtilmektedir. Çalışmada ayrıca öğrencilerin büyük bir kısmının, enerjinin tükenip kaybolduğu görüşüne sahip oldukları belirtilmektedir.

Pintó *et al.* (2005), öğretmenlerin enerjinin atıl hale gelmesi ve ilişkili kavramları üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın örneklemini 4–20 yıl arası deneyime sahip fizik veya kimya mezunlarından oluşan toplam 20 lise fen öğretmeni oluşturmaktadır. Veri toplamak amacıyla, yapılandırılmamış mülakatlar, sınıf gözlemleri ve video kayıtlarından faydalanılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin bir kısmının “çevre eğer sistemin bir parçası ise enerji korunur değilse korunmaz, dağılır” ifadesini kullandıkları tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra öğretmenlerin çoğunun enerjinin “korunumu” ile “atıl hale gelmesi” olaylarını birbirine zıt gerçekler olarak gördükleri belirlenmiştir. Onlara göre enerji, yalnızca korunmadığı takdirde atıl hale gelmektedir. Öğretmenlerin bir kısmı da bu yanlışlarına ek olarak, enerjinin atıl hale gelmesi olayına, miktardaki azalma olarak bakmaktadırlar. Enerji kaybı ve enerjideki

azalma ifadeleri öğretmenler tarafından, enerjinin kullanılabilirliğinde veya yararlanılabilirliğindeki azalma olarak değil de miktarındaki düşme olarak yorumlanmaktadır.

Kruger *et al.* (1992), İngiltere’de öğretmenlerin enerji ile ilişkili kavramaları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaya toplam 159 ilköğretim öğretmeni katılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin enerji hakkındaki bilgi ve anlayışlarının, ulusal fen müfredatında istenen anlayışlarla zıt olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretmenlerin büyük çoğunluğunun kuvvet ile enerjiyi birbirinden ayırt edemediği ve enerjinin canlılarda bulunan veya yarı maddesel bir özelliğe sahip olduğu görüşünde oldukları belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca, öğretmenlerden alınan cevapların büyük bir kısmının, Enerjinin Korunumu Prensibi ile çeliştiği belirtilmektedir.

Solomon (1985), ilkokul öğrencileri üzerinde, onların Enerjinin Korunumu Prensibi hakkındaki fikirlerini öğrenmek amacıyla bir araştırma yapmıştır. Araştırma 8 dördüncü sınıf şubesinin öğrencileri üzerinde ve bu sınıflara aynı enerji dersini veren bir öğretmene uygulanmıştır. Araştırma sonucu, öğrencilerin bir kısmının, korunum kelimesinin birden fazla anlama gelmesi sebebiyle, enerjinin korunması için sistemin içinde kalması gerektiğini düşündüklerini ortaya koymuştur. Ayrıca öğrencilerin çoğunluğu besinlere ve petrole enerjiyi ortaya çıkaran bir etken olarak bakmasına rağmen, bir kısmı da, enerjinin besinlerde ve petrolde depolanmış halde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Carr ve Kirkwood (1988), tarafından 1985 yılında Yeni Zelanda’da ilköğretim ve lise öğrencilerinin enerji kavramlarını öğrenmeleri ile ilgili olarak bir proje çalışması yürütülmüştür. Bu çalışmanın bir bölümünü, 13–15 yaş grubu arasında ki öğrencileri içine alan sınıf gözlemleri oluşturmuştur. Çalışma sonucunda öğrencilerin, enerjinin vardan yok, yoktan var edilemeyeceğini ifade eden Enerjinin Korunumu Prensibi ile dünyada gittikçe tükenmekte olan enerji kaynaklarının korunumu düşüncesi arasında bir kafa karışıklığına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Goldring ve Osborne (1994), ilköğretim seviyesinde yaptıkları araştırmalarında, öğrencilerin enerji ve enerjiyle ilişkili kavramlarla ilgili yaşadıkları güçlükleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Örneklemini 75 ilköğretim öğrencisinin oluşturduğu çalışmada veri toplama amacıyla 26 soruluk bir anket uygulanmış ve anket verileri yapılandırılmamış mülakatlarla desteklenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin enerji hakkında eksik kavramsal anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin %43'ü, her iş yapıldığında mutlaka ısının açığa çıkacağını, %56'sı her ne zaman enerji transfer edilse, mutlaka iş yapılmış olacağını, %17'si enerjinin güç olduğunu, %16'sı enerjinin yalnızca laboratuarda korunacağını ve %31'inde enerji korunumunun enerji tasarrufu anlamına geldiğini belirtmişlerdir.

Boo (1998), yaptığı çalışmada benzer beş kimyasal reaksiyondan hareketle, öğrencilerin kimyasal bağların yapısı ve enerjileri hakkındaki anlamalarını belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini beş farklı liseden seçilen toplam 48 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Veriler yarı yapılandırılmış mülakatlar aracılığı ile toplanmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin %48'inde, kimyasal bağların oluşumunun enerji gerektirdiği ve kırılması olayının da enerji açığa çıkardığı şeklindeki yanlış anlamaların tespit edildiği belirtilmektedir.

Sözbilir (2001), Türkiye'de iki farklı üniversitenin Kimya Öğretmenliği Programı'nda okuyan toplam 91 öğrenci üzerinde, onların fizikokimyada, iç enerji, entalpi, entropi ve Gibbs enerjisi gibi termodinamik kavramlar hakkındaki yanlış anlayışlarını belirleyip sınıflandırmak amacıyla bir araştırma yapmıştır. Çalışmada veri toplamak amacıyla anketlere ve yarı yapılandırılmış mülakatlara yer verilmiştir. Toplanan verilerin analizi sonucunda, öğrencilerde rastlanan yanlış anlamalardan bazıları şunlardır:

- İçerisinde kimyasal bir değişim meydana gelen izole bir sistemin iç enerjisi artar.
- Bir sistemin iç enerjisi, sistem üzerine iş yapmakla değişmez.
- İç enerji yalnızca ısı yoluyla değişir.
- İç enerjideki değişim, yalnızca sisteme yapılan işe eşittir.
- İç enerjideki değişim, ısıtılan bir sistemde iş yapılan bir sistemden daha fazla olur.
- Bağ oluşumu enerji gerektirirken, bağ kırılmasıyla enerji açığa çıkar.

— Entalpi değişimi, sabit hacimdeki enerji transferidir.

Carson ve Watson (1999), çalışmalarında üniversite kimya birinci sınıf öğrencilerinin kimyasal termodinamik hakkındaki anlamalarını belirlemeyi amaçlamışlardır. 100 öğrenci arasından rasgele seçilen 20 öğrenci, iki aşamalı bir mülakata alınmış ve onlara verilen üç kimyasal reaksiyondaki sıcaklık değişimlerinin sebeplerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin bir kısmı entalpiyi, bir reaksiyonun başlangıcından bitişine kadarki enerji değişimi olarak tanımlarken, bazı öğrencilerin de entalpiyi enerjinin bir formu olarak gördükleri belirtilmektedir. Bazı öğrenciler ise, bağların kırılması veya oluşumunda ve atomların iyonize olmalarıyla iş yapıldığını belirtmişlerdir. Öğrencilerden sadece dördünün PV içinden haberdar olduğu görölmüştür. Yine öğrencilerin birçoğunun $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$ ifadesinin ne anlama geldiğinden ve bu ifade de geçen sembollerden haberdar olmadıkları görölmüştür.

Trumper (1997), sınıf öğretmenliği bölümünde okuyan öğrenciler üzerinde, onların enerji kavramı hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapmıştır. Bütün sınıflardan, toplam 608 öğrencinin katıldığı çalışmada anketler yardımıyla veriler toplanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin enerji hakkında kabul gören bilimsel görüşlere zıt birçok yanlış anlamaya sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin çoğunluğunun enerjiyi somut bir varlık olarak düşündüğü, enerji korunumu diye bir fikri kabul etmedikleri ve enerjinin atıl hale gelebileceğine inanmadıkları belirlenmiştir. Öğrenciler enerjinin farklı türlerini tanımada çelişkiye düştükleri gibi çoğunluk itibariyle de enerji ile kuvvet kavramlarını karıştırdıkları tespit edilmiştir.

Meltzer (2004), yaptığı çalışmada üniversite Fiziğe Giriş dersini alan öğrencilerin Termal Fizik konusundaki temel kavramlarla ilgili yaşadıkları güçlükleri belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma Iowa State Üniversitesi'nde, Fiziğe Giriş dersi kapsamında ve 1999–2002 yılları arasında geçekleştirilmiştir. Araştırma verileri, 653 öğrencinin katıldığı açık uçlu soruların bulunduğu yazılı sınav, 407 öğrencinin katıldığı çoktan seçmeli bir sınav ve 32 gönüllü öğrenciyle birebir yapılan mülakatlar aracılığı ile toplanmıştır. Öğrencilerin çoğunluğunun hal fonksiyonu kavramını bilmesine rağmen iş

ve ısı kavramlarının bu kavram açısından değerlendirmesini başaramadığı görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerin ancak %20'si, Enerjinin Korunumu Kanununu sınavlarda etkili bir şekilde kullanabilmiştir. Ayrıca öğrencilerin çoğunda ısı, iş ve iç enerji kavramları ile ilgili anlama güçlükleri belirlenmiştir

Driver ve Warrington (1985), çalışmalarında lise öğrencilerinin Fizik dersi kapsamında karşılaştıkları problem durumlarında Enerjinin Korunumu Prensiğini kullanma düzeylerini araştırmıştır. Yaşları 13 ila 18 arasında değişen toplam 28 öğrencinin katılmış olduğu araştırmada veri toplamak amacıyla mülakat tekniği kullanılmıştır. Mülakatlarla elde edilen veriler, öğrencilerin karşılaştıkları bir problemin analizinde veya problem durumunun açıklanmasında Enerjinin Korunumu Prensiğini nadiren kullandıklarını ortaya çıkarmıştır.

Thomas ve Schwenz (1998), çalışmalarında öğrencilerin, kimyasal denge ve temel kimyasal termodinamik kavramlarını tanımlama, sınıflandırma ve bunun yanında ders kitaplarında belirtilen uzman görüşleri ile karşılaştırma yapmaktadırlar. Çalışma, üniversitede Fizikokimya dersine kayıtlı 16 gönüllü öğrenci üzerinde yapılmıştır. Araştırma verileri, mülakatlarla ve ses kaydı yardımıyla sağlanmıştır. Verilerin analizi sonucunda elde edilen, öğrencilerin sahip oldukları yanlış anlamalardan bazıları şöyledir:

- Termodinamiğin Birinci Kanununun temel denkleminin, $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$, verilen kimyasal reaksiyonlara nasıl uygulanabileceğini belirleyememe.
- Termodinamiğin Birinci Kanununu, “sistemin ilk halindeki iç enerjisi son halindeki iç enerjisine eşit olduğundan dolayı enerji korunur” şeklinde tanımlama.
- İzotermal şartlar altında ısı oluşmaz görüşüne sahip olma.
- Isıyı herhangi bir şeye eklenen enerji şeklinde tanımlama.
- Entalpi değişimini iç enerji değişimi ile aynı şey olarak kabul etme.

Loverude *et al.* (2002), öğrencilerin Termodinamiğin Birinci Kanunuyla ilgili anlama düzeylerini araştırmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada özellikle öğrencilerin, bir gözlemlerini açıklayarak birinci kanunu tanımlamaları, iş veya ısı

transferinin olup olmadığına, olmuşsa işaretine karar vermeleri ve sistemin iç enerjisindeki değişimin miktarını bulmaları üzerinde yoğunlaşmıştır. Çalışma Washington Üniversitesi'nde Termal Fizik dersi alan toplam 36 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Veriler yapılan mülakatlarla ve cevabı yazılı olarak istenen açık uçlu sorularla toplanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin ısı, sıcaklık, iş ve iç enerji kavramlarını birbirinden ayırt etmede güçlük çektikleri tespit edilmiştir.

2.2. Fen Eğitiminde PDÖ ile İlgili Araştırmalar

Groh (2001), Delaware Üniversitesi'nde Genel Kimya dersi kapsamında yaptığı araştırmasında bir PDÖ uygulamasını esas almıştır. Uygulamayı değerlendirmek amacıyla öğretmenin gözlemlerine ve öğrencilerin değerlendirme ölçeklerine verdikleri cevaplara başvurulmuştur. Öğretmenlerin gözlem verileri şu şekildedir:

“Nitel olarak bakıldığında öğrencilerin temel kavramları öğrenmelerinde, PDÖ ile PDÖ'nin olmadığı uygulamalar arasında öyle önemli bir fark görünmüyor. Bununla beraber elbette ki ders ortalamaları açısından öğrencilerin PDÖ uygulamalarındaki performansı, en az PDÖ öncesindeki ders formatlarındakiler kadar iyidir. Eleştirel düşünme gerektiren sorulara verdikleri cevaplar açısından benim beklentilerimi karşılamada oldukça iyiler. Öğrenciler kimyada öğrendikleri konularla diğer derslerde öğrendikleri arasında bağlantılar kurabiliyorlar. Hem derslerde hem de sınavlarda bu türden örnekler veriyorlar. Grup halinde etkili bir şekilde çalışmaları, kaynaklar ve problemle ilgili bilgilere ulaşma becerilerinin yıl boyunca arttığını gözlemledim. Belkide en belirgin fark PDÖ uygulamalarında öğrencilerin, ders esnasında ve problem temelinde çoğunlukla konuşmaların hâkim olduğu çalışmalarıydı. Öğrenciler dersin sona erdiğini ben söyleyince fark ediyorlardı ve genellikle bir ya da iki grup, çalışmalarına devam ediyor ve diğer derse kadar yerlerinden ayrılmıyorlardı. Her şeyden öteye PDÖ, öğrencilerin dersi materyallerle, düşünmeyle ve tartışmayla uğraşarak zamanlarını geçirmelerine garanti veriyor.”

Groh, çalışmasında öğrencilerin de PDÖ'ye olan tepkisinin oldukça pozitif olduğunu belirtmektedir. Öğrenciler özellikle grup çalışmalarının onlar için çok faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Bununla beraber sayıları az da olsa bir kısım öğrenci, öğretmenin problemleri sunarken daha detaylı bilgi vermesi, dersin anlatım boyutunun biraz daha fazla olması ve konu sonu soruları niteliğindeki alıştırmalara daha çok değinilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Bayrak (2007), çalışmasında PDÖ yaklaşımı ile geleneksel öğretim yaklaşımını öğrencilerin “Katılar” konusu ile ilgili akademik başarı, bilimsel işlem becerileri ve kimyaya karşı tutumları açısından karşılaştırmayı amaçlamıştır. Çalışmanın örneklemini, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda, aynı öğretim elemanının ders işlediği iki farklı şubedeki toplam 83 üçüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Şubelerden birisi rasgele örnekleme yöntemiyle PDÖ'nin uygulandığı deney grubu ve diğeri ise geleneksel yaklaşımın uygulandığı kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Uygulama, 2005–2006 eğitim yılının birinci döneminde toplam 5 haftalık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak; “Katı Kavramları Başarı Testi”, “Bilimsel İşlem Beceri Testi”, “Kimya Dersi Tutum Ölçeği” ve PDÖ yaklaşımına özgü ölçekler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, “Katılar” konusundaki kavramların öğrenciler tarafından kavranmasında, PDÖ'nin geleneksel yaklaşımdan daha etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, öğrencilerin bilimsel işlem becerilerinin gelişimi ve kimyaya karşı tutumları açısından da gruplar arasında PDÖ lehine anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir.

Serin ve Eryılmaz (2006), çalışmalarında, PDÖ uygulamalarında kullanılacak senaryoların geliştirilme sürecine örnek bir yaklaşım üzerinde durmuşlardır. Senaryolarda kullanılacak problem durumlarının öğrencilerin ilgileri doğrultusunda olabilmesi için bir merak anketi geliştirmişlerdir. Bu anket yedinci sınıf fen bilgisi dersi basınç ünitesinde yer alan konularla ilgili günlük yaşamdan 81 olay içermektedir. Merak anketi, 2006 yılında Ankara'daki 5 ilköğretim okulunda toplam 195 yedinci sınıf öğrencisine basınç ünitesi işlenmeden önce uygulanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin en çok sağlıkla ilgili olayları merak ettiği ortaya çıkmıştır. Bu verilerden

hareketle en çok merak edilen olaylar temelinde yarı yapılandırılmış problem durumları halinde senaryolaştırma tamamlanmıştır.

Williams (2001), Delaware Üniversitesi'nde cebir temelli Fiziğe Giriş dersi öğretimine PDÖ'nin etkilerini araştırmıştır. Öğrenciler tutum ölçümlerinde, ders sonundaki değerlendirmelerinde derse karşı pozitif bir tutuma sahip olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca grup çalışmalarında kendilerini rahat hissettiklerini ve onlara göre PDÖ dersinin öğrenmeye olan en önemli katkısının grup çalışmaları olduğunu belirtmişlerdir. Bununla beraber, öğretimin etkinliğini değerlendirmek amacıyla Newton'un mekaniğiyle ilgili olarak, uygulama öncesinde ön test, uygulama sonrasında da son test mahiyetinde, bir fizik kavram testi uygulanmıştır. Bu test sonucuna göre öğrencilerin son testteki başarısı ön teste göre yüksek çıkmıştır.

Şenocak (2005), yaptığı deneysel çalışmada, PDÖ yaklaşımının öğrencilerin "Gazlar" konusu ile ilgili kavramları anlama düzeylerine ve kimyaya karşı olan tutumlarına etkisini, geleneksel ders işleme yöntemi ile karşılaştırmıştır. Çalışmanın örneklemini, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda, aynı öğretim üyesinin ders verdiği iki farklı şubedeki toplam 101 birinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Uygulama, 2003/2004 eğitim yılının ikinci döneminde gerçekleştirilmiştir. Şubelerden biri, PDÖ yaklaşımının kullanılacağı deney grubu, diğeri ise geleneksel öğretim yöntemlerinin kullanılacağı kontrol grubu olarak seçilmiştir. Araştırmanın bulguları, PDÖ'nin kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerle, kontrol grubundaki öğrenciler arasında gaz kavramları başarısı ve kimyaya karşı tutumları açısından istatistikî olarak önemli bir farklılığın olduğu yönündedir. Bununla birlikte elde edilen veriler, öğrencilerin PDÖ'ye karşı olumlu tutum sergilediklerini, öğrencilerde özgüvenin arttığını ve kendi kendine öğrenme, problem çözme gibi becerilerin geliştiğini göstermektedir.

Chin ve Chia (2004), bir proje dâhilinde dokuzuncu sınıf biyoloji dersinde "Besin ve Beslenme" konusu ile ilgili olarak, problemleri öğrenciler tarafından belirlenen bir PDÖ uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada öğrencilerin kişisel veya grup olarak

ürettikleri soru türlerini, bu soruları nasıl ürettiklerini ve soruların bilgilerini yapılandırmada onlara nasıl yardımcı olduğunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Uygulama, her birinde 4–5 kişi olan dokuz gruptan ibaret olan, toplam 39 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verileri; gözlemler, ders notları, öğrencilerin yazılı dokümanları, grup çalışmalarının ses veya video kayıtları ve öğrenci mülakatları aracılığıyla toplanmıştır. Soruları oluşturan öğrencilerin ilham kaynakları, kültürel inanışları ve folkloru, medya ve reklâmlarla yayılan bilgiler hakkındaki merakları, kişisel yönlendirmelerle oluşan merakları, aile üyelerinin ilgileri, başkalarının gözlemleri veya okul müfredatında önceki derslerde gördükleri konular olmuştur. Öğrenciler, sorularını, kendi gerçek hayat deneyimlerinden faydalanarak senaryolaştırmışlardır. Ayrıca öğrencilerin hazırladıkları soruları, konu hakkındaki yaygın inanışların geçerliliği, kavram yanılgıları, temel bilgiler, açıklamalar ve hayali senaryolarla ilişkili olarak belirledikleri görülmüştür.

Yaman ve Yalçın (2005a), yaptıkları çalışmada “Hareket ve Kuvvet” ünitesi dikkate alınarak PDÖ yaklaşımının öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme beceri düzeylerine etkisini incelemişlerdir. 2002–2003 öğretim yılında Gazi Eğitim Fakültesinde yapılan araştırma, deney ve kontrol gruplarından oluşan deneysel bir çalışma mahiyetindedir. Çalışmanın örneklemini Sınıf Öğretmenliği Programı’nda, Fen Bilgisi Laboratuvarı dersini alan toplam 220 öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırmada ayrıca öğrencilerin cinsiyet ve mezun oldukları lise türlerine göre yaratıcı düşünme düzeylerinde uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Deney grubuna PDÖ uygulamaları tanıtılırken kontrol grubu öğrencilerine ise anlatım, soru cevap ve gösteri yöntemi gibi geleneksel olarak tanımlanan yöntemlerle ilgili ayrıntılı bilgi verilmiştir. Ayrıca her iki gruptaki öğrenciler 5–7 kişiden oluşan gruplar kurmuşlardır. Deney grubundaki öğrenciler Hareket ve Kuvvet ünitesiyle ilgili çalışmak istedikleri konuları ve problemleri belirlemişlerdir. Kontrol grubu öğrencileri ise “Hareket ve Kuvvet” ünitesini her gruba bir konu düşecek şekilde paylaşmışlardır. Uygulama haftada üçer saatten toplam sekiz hafta sürmüştür. Uygulama sonunda PDÖ grubundaki öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme düzeylerinin kontrol grubundaki öğrencilerden daha fazla

geliştiği görülmüştür. Dolayısıyla PDÖ yaklaşımının yaratıcı düşünmeyi, geleneksel anlatıma dayalı öğretim yöntemlerinden daha fazla desteklediği vurgulanmıştır.

Peterson ve Treagust (1998), çalışmalarında hizmet öncesi fen öğretmeni adaylarının öğretim ve pedagojik düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla bir PDÖ uygulaması düzenlediler. PDÖ problemlerinin dizaynı, fen içerik bilgisi, müfredat bilgisi ve öğrencilerin bilgisi temelinde düşünölmüştür. 3–4 kişilik küçük gruplardan oluşan toplam 21 kişi, 6 haftalık bir periyotta problemler üzerinde çalışmıştır. Problemler, piller ve lambalar, göz ve görme, çiçekler ve tohumlar ve örümcekler olmak üzere dört farklı fen konusu üzerine geliştirilmiştir. Bu çalışmada katılımcılar arasından rasgele seçilen iki kişi üzerinde onların bilgilerini ve pedagojik düşünme becerilerini değerlendirmek amacıyla bir örnek olay yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışma süreci sonunda her bir öğretmen adayı kendi bilgilerini ve pedagojik düşünme becerilerini öğretim ve öğrenme hakkındaki mevcut anlayışlarıyla ilişkili alanlarda düşünüp geliştirdiler. Bu çalışma PDÖ yaklaşımının, fen öğretmeni adaylarının öğretim ve pedagojik düşünme becerileri hakkındaki bilgilerini geliştirdiğini göstermiştir.

Kaptan ve Korkmaz (2002), çalışmalarında PDÖ yaklaşımının hizmet öncesi öğretmenlerinin problem çözme becerileri ve öz yeterlik inanç düzeyleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Deney ve kontrol grupları şeklinde dizayn edilen deneysel çalışma, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Programı'nda Fen Bilgisi Öğretimi dersini alan toplam 102 öğrenci üzerinde, 2000–2001 öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Deney grubuna PDÖ yaklaşımı uygulanırken kontrol grubundaki öğrencilere, düz anlatım, soru-cevap ve tartışma tekniklerinin birlikte kullanıldığı geleneksel öğretim uygulanmıştır. Her iki grubun uygulaması da 24 saat, 6 hafta sürmüştür. PDÖ problemleri “Elektrik”, “Canlılar”, “Çevre”, “Vücudumuz”, “Ses ve Işık” adlı fen üniteleri ile ilgili olarak senaryolaştırılmıştır. Verilere ulaşmada Öz Yeterlik İnanç Ölçeği ve Mantıksal Düşünme Grup Testi kullanılmıştır. Gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığına yapılan “t” testi ile karar verilmiştir. Çalışmanın sonucunda PDÖ yaklaşımının uygulandığı deney grubunun hem Öz Yeterlik

İnanç Ölçeğinden hem de Mantıksal Düşünme Grup Testinden aldıkları puanların kontrol grubundaki öğrencilere göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Gertzman ve Kolodner (1996), bir PDÖ sistemi ile çalışan öğretmenler üzerinde, onların öğretme ve öğrenme hakkındaki görüşleri ile etkili sınıf uygulamalarının etkinliği arasındaki ilişkiyi inceleyen bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sekizinci sınıf fen dersi kapsamında, PDÖ uygulamalarında karşılaşılan bazı zorlukları tartışmak ve PDÖ'nin gerektirdiği rollere öğretmen ve öğrencilerin alışmalarını sağlamak için stratejiler belirlemeyi amaçlayan etnoğrafik bir örnek durum çalışması niteliğindedir. Sınıf gözlemleri ve öğretmenlerle yapılan mülakatlar, öğretmenlerin uygun uygulama tekniklerine çalışmaları yanında, PDÖ yaklaşımının felsefesini daha iyi anlamaları ve PDÖ uygulamalarında daha çok uzmanlaşmalarında sürekli bir desteğin ne kadar önemli olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada aynı zamanda, öğrencilerin PDÖ ile gelen yeni öğrenme şekillerine alışabilmeleri için zamana ve desteğe ihtiyaçları olduğu belirtilmektedir.

Açıkyıldız (2004), yaptığı çalışmada PDÖ yaklaşımının Fizikokimya Laboratuvarı uygulamalarındaki etkinliğini araştırmışlardır. Öğrencilerin Fizikokimya Laboratuvarına karşı tutumları, akademik başarıları ve bilimsel işlem becerileri çalışmada esas alınan parametreler olmuştur. “Adsorpsiyon”, “Yüzey gerilimi”, “Viskozite” ve “Kondüktivite” konuları kapsamında bir PDÖ uygulaması gerçekleştirilmiştir. Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Kimya Öğretmenliği Programı'nda okuyan öğrenciler üzerinde, 2003–2004 güz yarıyılında gerçekleştirilen uygulama, tek gruplu ön test-son test çalışması olarak dizayn edilmiştir. Toplam 50 öğrencinin katıldığı çalışmada her bir deney üç haftalık bir süreçte işlenmiştir. Elde edilen veriler, PDÖ'nin öğrencilerin akademik başarılarına ve bilimsel işlem becerilerinin gelişimine katkıda bulunurken, Fizikokimya Laboratuvarına karşı tutumlarında anlamlı bir farklılık meydana getirmediğini ortaya çıkarmıştır.

Sungur ve Tekkaya (2006), yaptıkları çalışmada öğrencilerin motivasyon ve öğrenme stratejilerini de içine alan, kendi öğrenmelerini düzenleme becerileri açısından, PDÖ ve

geleneksel öğretim yaklaşımlarının etkinliğini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini aynı biyoloji öğretmeninin derslerine girdiği toplam 61 lise öğrencisi oluşturmaktadır. Yarı deneysel bir şekilde dizayn edilmiş çalışmada sınıflar kontrol ve deney grupları olarak rasgele belirlenmiştir. Kontrol grubuna, öğretmen merkezli olarak ders kitabı etrafında örgülenen geleneksel bir yaklaşımla, deney grubuna ise eksik yapılandırılmış problemlerle çalışan PDÖ yaklaşımı ile ders işlenmiştir. Süreç sonunda her iki sınıfa da “Motivasyon ve Öğrenme Anketi” uygulanmıştır. Sonuçlar PDÖ öğrencilerinin, kendi öğrenmelerini düzenleme becerilerine, geleneksel yaklaşımla ders gören öğrencilere nazaran daha fazla sahip olduklarını göstermiştir.

Yaman (2005), yaptığı araştırmasında, sınıf öğretmeni adaylarının mantıksal düşünme becerilerinin gelişiminde PDÖ'nin etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma tasarımı, kontrol gruplu yarı deneysel yöntemdir. Araştırma Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi'nde yapılmıştır. Çalışmada Sınıf Öğretmenliği Programı'nda Fen Bilgisi Laboratuvarı dersini alan 220 ikinci sınıf öğrencisi yer almıştır. Öğrencilerin mantıksal düşünme beceri düzeylerini ölçmek için tasarlanan Mantıksal Düşünme Grup Testi kullanılmıştır. Çalışmada toplanan veriler, nicel yöntemlerle analiz edilmiştir. Uygulama sonucunda deney grubunda PDÖ yaklaşımı ile ders işleyen öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerinin, kontrol grubundaki öğrencilerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin cinsiyetlerinin mantıksal düşünme becerisi üzerinde anlamlı bir etkisi görülmezken, bölüm tercihlerinin anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

Kayalı vd. (2002), yaptıkları çalışmada lise 1 Kimya ders programında “Maddenin Yapısı” ünitesindeki “Bağlar” konusu yeniden yapılandırılmış; beyin fırtınası, işbirlikli ve PDÖ yöntemlerinden yararlanılmış ve ayrıca bir de öğretmen el kitabı hazırlanmıştır. Geliştirilen rehber materyal, öğrencilerin bilgisayar ortamında aktif öğrenmelerine imkan sağlama amacıyla bir internet sitesine aktarılmıştır. Çalışma bir lisede 38 kişilik deney ve 40 kişilik kontrol grubu oluşturularak uygulanmıştır. Rehber materyal, hazır bulunuşluk testiyle oluşturulmuş olan deney grubunda uygulanmış “t” testine göre yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçları konunun klasik yöntemle işlendiği kontrol

grubuyla kıyaslanmıştır. Uygulama içerisinde diğer aktif öğrenme çalışmalarının yanı sıra, PDÖ yaklaşımına özgü etkinliklerde yer almıştır. PDÖ etkinliklerinin kullanılmasının, öğrencilerin motivasyonunu arttırarak, mantıksal düşünme, olaylar arasında ilişki kurma ve çözüm üretme becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir.

Sungur vd. (2006) çalışmalarında, Biyoloji dersi “İnsan Boşaltım Sistemi” konusu kapsamında, öğrencilerin akademik başarıları ve performans becerileri üzerine PDÖ yaklaşımının etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini aynı biyoloji öğretmeninin derslerine girdiği toplam 61 lise onuncu sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Yarı deneysel bir şekilde dizayn edilmiş çalışmada sınıflar kontrol ve deney grupları olarak rasgele belirlenmiştir. Sonuçlar, uygulama öncesinde öğrencilerin akademik başarıları ve performans becerileri açısından iki grup arasında fark olmadığını ve uygulama sonrasında, deney grubunda PDÖ yaklaşımı ile ders işleyen öğrencilerin söz konusu özelliklerle ilgili testlerden, geleneksel öğretim öğrencilerinden daha başarılı olduklarını göstermiştir. Ayrıca çalışmada, deney grubu öğrencilerinin bilgiyi organize etmede ve yapılandırmada daha becerikli oldukları belirtilmektedir.

Akpınar ve Ergin (2005), Biyoloji dersi “Sindirim Sistemi” konusu kapsamında örnek bir PDÖ uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında, PDÖ'nin değişik boyutlarına (araştırmaya sevk etme, motivasyonu artırma, derse karşı olumlu tutum geliştirme, düşünmeye sevk etme, grup çalışması ve bilgi alışverişi sağlama) yönelik öğrenci görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Uygulama 2003–2004 bahar döneminde, Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nda okuyan toplam 43 üçüncü sınıf öğrencisiyle yapılmıştır. 7–8 kişiden oluşan toplam altı grup oluşturulmuştur. Uygulama sonunda sınıftan seçilen 10 kişi ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Mülakat verilerinin analizinde, içerik ve betimsel analiz yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler, öğrencilerin PDÖ yaklaşımını; araştırmaya sevk ettiği, derse karşı olumlu tutum sağladığı, grupça çalışarak bilgi alışverişine yardımcı olduğu, öğrencileri sürekli olarak düşünmeye sevk ettiği dolayısıyla aktifleştirdiği ve geleneksel öğretime göre daha fazla öğrenci merkezli olduğu şeklinde değerlendirdikleri görülmektedir.

Akinoğlu ve Tandoğan (2007), yaptıkları araştırmada probleme dayalı aktif öğrenmenin fen eğitiminde öğrencilerin akademik başarıları ve kavramları öğrenmeleri üzerine olan etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında hem nitel hem de nicel araştırma metotlarını kullanmışlardır. Nicel verileri deney ve kontrol gruplarını ön ve son başarı testlerinden, nitel verileri ise doküman analizi aracılığıyla sağlamışlardır. Uygulama 2004–2005 yılında, 50 yedinci sınıf öğrencisi üzerinde ve toplam 30 ders saati kapsamında gerçekleştirilmiştir. Ölçme aracı olarak, başarı testi ve tutum ölçeği kullanılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere PDÖ yaklaşımı uygulanırken, kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel öğretim metotları ile ders işlenmiştir. Elde edilen veriler, probleme dayalı aktif öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarılarına ve fen derslerine karşı tutumlarına pozitif yönde etkide bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca çalışma sonucunda probleme dayalı aktif öğrenme modelinin, öğrencilerin kavramsal gelişimlerini pozitif yönde etkilediği ve onların yanlış kavramalarını en düşük seviyede tuttuğu görülmüştür.

Yaman ve Yalçın (2005b), yaptıkları bir araştırmada öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç düzeylerini geliştirmede PDÖ yaklaşımının etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada deney ve kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. PDÖ yaklaşımının uygulandığı deney grubunda 105, geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubunda ise 115 öğrenci yer almıştır. Çalışmada farklı yöntemlerle öğrenim gören öğretmen adaylarının problem çözme ve öz-yeterlik inanç düzeyleri karşılaştırılmıştır. İşlem öncesi ve sonrası öğrencilerin test puanları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı “t” testi kullanılarak incelenmiştir. Araştırma sonuçları, deney grubundaki öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç düzeylerinin kontrol grubundaki öğrencilerden daha fazla geliştiğini göstermektedir. Sonuç olarak, PDÖ yaklaşımının öğrencilerin farklı becerilerini geliştirmede geleneksel yöntemlerden daha etkili olduğu ifade edilmiştir.

Visser (2002), PDÖ yaklaşımı ile anlatıma dayalı geleneksel stratejilerin öğrencilerin problem çözme performansları ve tutumları üzerindeki etkilerini karşılaştıran bir

çalışma yapmıştır. Çalışma, lise on birinci sınıfta okuyan ve genetik dersini alan toplam 60 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin problem çözme performanslarının ölçümü için uygulama öncesi ve sonrasında başarı testleri, tutumlarını ölçmek için ise uygulama sonrasında “Ders İlgi Testi” adlı bir ölçek uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analiz sonuçları, problem çözme performanslarında ve derse karşı tutumlarında, anlatıma dayalı geleneksel stratejilerin uygulandığı öğrencilerin daha yüksek derecelere sahip olduklarını göstermiştir. Bununla birlikte PDÖ yaklaşımı ile ders gören öğrencilerin ise öğretime daha yüksek bir güven duydukları ve öğrenmelerini düzenleme becerilerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tavukcu (2006), yaptığı çalışmasında Fen Bilgisi dersi “Genetik” konusu kapsamında PDÖ yaklaşımının, öğrencilerin akademik başarıları, fen bilgisine yönelik tutumları bilimsel işlem becerileri ve yaratıcılık düzeylerine etkisini incelemiştir. Toplam 79 öğrencinin katıldığı araştırmada deney grubuna PDÖ yaklaşımı uygulanırken kontrol grubuna geleneksel yaklaşımla ders işlenmiştir. Çalışmada veri toplama araçları olarak Akademik Başarı Testi, Fen Dersine Yönelik Tutum Ölçeği, Bilimsel İşlem Becerileri Testi, Torrance Yaratıcı Düşünme Testi ve görüşmeler kullanılmıştır. Yapılan nicel ve nitel analizler sonucunda PDÖ yaklaşımında fen öğretiminin, öğrencilerin akademik başarıları geliştirdiği, fen dersine yönelik tutum düzeylerini yükselttiği, bilimsel işlem becerilerini geliştirdiği ve yaratıcı düşünme beceri düzeylerini artırdığı belirlenmiştir.

Dochy *et al.* (2003), PDÖ ile ilgili makalelerin bir meta analizini yapmışlardır. Bu çalışmada, PDÖ'nin öğrencilerin bilgi ve becerileri üzerine etkileri ve PDÖ yaklaşımının etkilerini azaltıcı faktörlere odaklanılmıştır. Meta analizi çerçevesinde, üniversitede yürütülen ve deneysel PDÖ çalışmalarını konu alan 43 makale üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışmanın kayda değer sonuçlarından biri, öğrencilerin becerileri üzerinde PDÖ yaklaşımının oldukça pozitif bir etkisinin olmasıdır. Bir diğer önemli sonuç, PDÖ uygulamaları ile kazanılan bilgilerin görünür bir şekilde az olmasına rağmen, bu bilgilerin daha fazla hatırlanabilir olmasıdır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın amacı, araştırma soruları, araştırmanın desen ve yöntemi, örneklem ve değişkenleri, veri toplama teknikleri, araştırmanın kabul ve sınırlılıkları, uygulama aşamaları, verilerin analizi ve kullanılan istatistiksel teknikler yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, PDÖ'nin Termodinamiğin Birinci Kanunu konusunun öğretimi üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

3.2. Araştırma Soruları

- 1- Probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin akademik başarı düzeylerine etkisi nedir?
- 2- Probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin beceri düzeylerine etkisi nedir?
- 3- Probleme dayalı öğrenmenin yapılandırmacı öğrenme ortamına katkısı nedir?
- 4- Probleme dayalı öğrenmenin fen öğretiminde uygulanabilirliğine yönelik öğretmen ve öğrenci izlenimleri nedir?

3.3. Araştırma Deseni

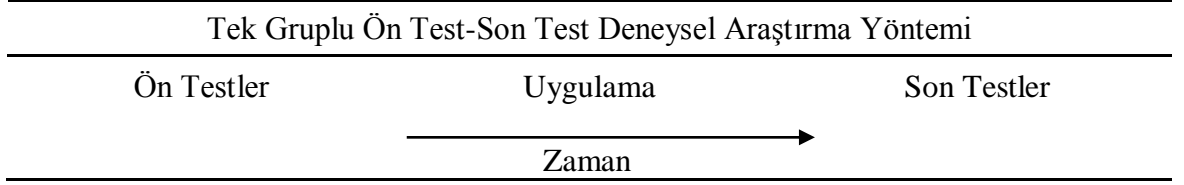
Araştırmada, içerisinde hem nicel hem de nitel araştırma desenlerinin yer aldığı karma-yöntem araştırma deseni (mixed-method research) kullanılmıştır. Karma-yöntem araştırma desen türlerinden çeşitleme deseniyle (triangulation) elde edilen bulguların güvenilirliği artırılmaya çalışılmıştır.

Çoğu problem durumu en iyi bir şekilde ancak farklı yöntemlerin kullanımıyla araştırılabileceğinden dolayı nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada bulunduğu karma-yöntem araştırma desenleri, son yıllarda gittikçe popüler olmaktadır. Karma-

yöntem araştırma desenleri ile araştırmacılar, sadece nicel veya sadece nitel olan geleneksel desenlerle ilgili teknikleri kullanmakla sınırlandırılmamış olurlar. Karma-yöntem çalışmalarının en önemli avantajı hem sonuçları göstermesi (nicel) hem de niçin bu sonuçların elde edildiğini (nitel) açıklamasıdır. Karma-yöntem araştırma desenleri aşağıda belirtildiğı gibi üç tiptir:

1. Açıklayıcı desen (Explanatory): Bu desen şeklinde önce nicel veriler toplanır. Daha sonra ise nicel verileri açıklayan ve ayrıntılarına inmeye yardımcı olacak nitel veriler toplanır. Çalışmanın temel vurgusu nicel sonuçlar üzerinedir, nitel sonuçlar ise ikincil mahiyettedir.
2. Keşfedici desen (Exploratory): Keşfedici desende ise önce nitel veriler toplanır. Nitel verileri takiben nicel verilere başvurulur. Bu tür desene genellikle bir tarama ölçeğı geliştirmede başvurulur. Önce temalar, görüşler, perspektifler veya inançları içeren nitel veriler toplanır sonrasında ise tarama ölçeğinde yer alacak maddeleri oluşturmak için nicel veriler yardımıyla konular belirlenir.
3. Çeşitleme deseni (Triangulation): Bu desen şeklinde ise nicel ve nitel veriler aynı zaman diliminde toplanmaktadır. Çeşitleme, daha kapsamlı verilere ulaşmak amacıyla bir metodun zayıf yönlerinin başka bir yöntemle telafi edilmesiyle gerçekleştirilir. Elde edilen bulgularda daha büyük bir güvenilirlik sağlanmış olur. Çeşitleme deseni teorik olarak sadece daha kapsamlı bir sonuç değil bunun yanında daha geçerli sonuçlar elde etmeyi sağlamak amacıyla kullanılır (McMillan and Schumacher 2006).

Bu çalışmada ayrıca deneysel yöntemlerden, Tek Gruplu Ön Test-Son Test Deneysel Yöntemi (One-group pretest-posttest experimental design) kullanılmıştır. Bu yöntemde uygulama tek bir grup üzerinde gerçekleştirilmektedir. Uygulama öncesinde ve sonrasında aynı ölçüm araçları kullanılarak ölçümler yapılmaktadır (Çizelge 3.1.). Araştırma sonucunda ön test ile son test arasında çıkan fark, uygulamanın etkisi olarak değerlendirilmektedir (McMillan and Schumacher 2001; Fraenkel and Wallen 2003)

Çizelge 3.1. Deneysel araştırma yöntemi

Araştırmanın örneklem grubuna eşdeğer bir grubun olmayışı bu yöntemin seçilmesinde etkili olmuştur. Buna karşın uygulanan nitel yöntemlerle araştırmaya derinlik kazandırılarak geçerlik düzeyi artırılmaya çalışılmıştır.

1910’lardan 1960’lara kadar öğrenmede hâkim olan davranışçı teori ve görüşler, araştırmacıları öğrencilerin sergiledikleri davranışları niçin yaptıkları ile ilgilenmekten men etmiştir. Bu durum araştırmacıları, esas bağlamın dışında ve diğer bütün etkenler sabitken az sayıdaki değişken arasındaki ilişkinin sorgulandığı araştırmalara yöneltmiştir. 1960 ve 1970’lerin çalışmaları, iki veya daha fazla öğrenci grubuna farklı yöntemlerle öğretim yapıldığı ve sonrasında da testlerin uygulandığı yapay oluşumlar içermiştir. Değişkenlerin kontrolü üzerine yoğunlaşma ve konunun özellikleri, sınıf ortamı, öğrencilerin fiziksel ve psikolojik özellikleri ve kullanılan testlerin geçerliliği gibi önemli unsurların ihmal edilmesi farklı araştırmacıların sonuçlarının birbiriyle çelişmesine sebep olmuştur. Son zamanlarda öğrenmede bilişsel teorilerin hâkim olmasıyla birlikte araştırmalarda, içerik, konunun algılanması, kabiliyetler, önbilgiler, tutumlar ve amaçları da içine alan daha geniş bir değişken seti ortaya koyan bilgiyi işleme ve yapılandırmacı modeller baskın gelmiştir (White 1998).

Pozitivist bilim anlayışı ile fen bilimlerinde birkaç değişken ve bu değişkenlerden bir kısmının seçilen kontrol grubuyla sabitlenmesi yoluyla yürütülen çalışmalar, bugün hala süren uzun bir süreçte sosyal araştırmacılar tarafından da takip edilmektedir. Pozitivist bilim anlayışının yerini yorumlamacı paradigmaya bırakmasıyla birlikte sosyal bilimlerde bu anlayışın bir ürünü olan, değişkenlerin karmaşık ve iç içe geçmiş olduğu ve verilerin bütün derinlik ve zenginliği ile betimlenmesini esas alan (Yıldırım ve Şimşek 2000) nitel çalışmalar ağırlık kazanmıştır. Bununla birlikte eğitim

araştırmalarında sosyal unsurların hâkim olması ve değişken sayısının kontrol edilemeyecek kadar çok oluşu, eğitim çalışmalarında alışılagelmiş kontrol grubu oluşturma aktivitelerini sınırlandırmış, bunun yerine derinliği esas alan nitel araştırmalar önem kazanmıştır.

3.4. Araştırma rneklemi

Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümünün Fen Bilgisi ğretmenliği Programı'nda öğrenim gören ve 2006/2007 bahar döneminde "Isı ve Madde" dersini alan toplam 48 nc sınıf ğrencisi, bu araştırmanın örneklemini oluşturmaktadır.

3.5. Değişkenler

3.5.1. Bağımsız değişkenler

Uygulamada esas alınan PD yaklaşımı, bu araştırmanın bağımsız değişkenidir.

3.5.2. Bağımlı değişkenler

Öğrencilerin akademik başarıları, becerileri ve buldukları öğrenme ortamı araştırmanın bağımlı değişkenleridir.

3.6. Veri Toplama Teknikleri

Araştırmada hem nicel hem de nitel veri toplama teknikleri bir arada kullanılmıştır. Ölçülmek istenen özellikler genellikle birden fazla ölçüm aracı kullanılarak sağlanan çeşitleme (triangulation) (McMillan and Schumacher 2001; Fraenkel and Wallen 2003) ile ölçümlerin geçerliliği artırılmaya çalışılmıştır. Araştırmada anketler, performans ve

beceri testleri, mülakatlar, gözlemler, doküman analizi ve alternatif değerlendirme teknikleri (portfolyolar, gerçek hayattan problemler, sunumlar) (McMillan and Schumacher 2001) kullanılmıştır.

3.6.1. Akademik Başarı Testi

Akademik başarı testinde, araştırmacı tarafından ilgili literatürden de faydalanılarak geliştirilen, 18'i çoktan seçmeli ve 8'i açık uçlu olmak üzere toplam 26 soru bulunmaktadır (EK 1).

Akademik başarı testi, Termodinamiğin Birinci Kanunu konusu kapsamında geçen kavram ve konularla ilgili olarak hazırlanmıştır. Sorular, literatürde yer alan, konu ile alakalı öğrencilerin sahip oldukları yanlış anlayışları irdeler niteliktedir. Bununla beraber soru türleri belirlenirken, uygulama öncesinde hazırlanan ve öğrencilere kazandırılması düşünülen hedef davranışları içeren kazanımlara da dikkat edilmiştir.

Ayrıca Çizelge 3.2.'de belirtildiği gibi Akademik Başarı Testindeki her bir soru Bloom'un revize edilmiş taksonomisindeki bilişsel alan öğrenme seviyeleri (Krathwohl 2002) dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Çizelge 3.2. Akademik Başarı Testi sorularının Bloom'un taksonomisine göre dağılımı

Öğrenme seviyeleri	Sorular	Yüzde %
Hatırlama	6, 10, 13	11,5
Anlama	1, 2, 15, 19, 22, 24	23,1
Uygulama	4, 5, 7, 9, 11, 23	23,1
Analiz	3, 8, 12, 14, 16, 17, 20, 25, 26	34,6
Değerlendirme	18, 21	7,7

Akademik Başarı Testinin çoktan seçmeli kısmı, uygulama öncesinde Isı ve Madde dersini, 2005–2006 öğretim yılında almış olan, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi'nin Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı dördüncü sınıf öğrencilerine uygulanmış ve testin Kuder-Richerdson güvenilirlik katsayısı 0,65 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca testin geçerliliği ile ilgili olarak da bu konuyu işleyen öğretim elemanı ve uzmanların görüşlerine başvurulmuş ve testin Termodinamiğin Birinci Kanunu konusuna ait kazanımları ölçebilecek seviyede olduğuna karar verilmiştir.

3.6.2. Bilimsel İşlem Beceri Testi

Orijinali Okey, Wise ve Burns tarafından ortaya konan Bilimsel İşlem Beceri Testinin Türkçeye çevirisi Geban, Aşkar ve Özkan tarafından yapılmış ve güvenilirlik katsayısı 0,81 olarak bulunmuştur. 36 maddeden oluşan bu test, bütün fen alanlarını kapsıyor olup, değişkenleri belirleme, hipotezleri belirleme ve ifade etme, işlemsel tanımlama, araştırmalar dizayn etme ve verileri grafik edip yorumlama şeklinde beş alt bölümden oluşmaktadır (Geban *et al.* 1992) (EK 2).

3.6.3. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Anketi

Orijinali Taylor ve Fraser tarafından geliştirilen ve sonraki yıllarda revize edilen Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Anketi, öğretmen ve araştırmacıların yapılandırmacı öğretim yaklaşımlarının uygulamalarını izlemelerini ve yapılandırmacı sınıf atmosferini canlı tutmalarını sağlamak amacını taşımaktadır (Taylor *et al.* 1997; Aldridge *et al.* 2000). Bu anketin Türkçeye çevirisi yapıldıktan sonra güvenilirlik analizi için Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi'nin Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı üçüncü sınıf öğrencilerine uygulanmış ve Cronbach alpha güvenilirlik katsayısı 0,86 olarak bulunmuştur. 30 maddeden oluşan bu test, okul dışındaki dünya hakkında öğrenme, bilim öğrenme, düşündüğünü söylemeyi öğrenme, öğrenmeyi öğrenme ve iletişim kurmayı öğrenme şeklinde beş alt bölümden oluşmaktadır. Likert tipinde

hazırlanan bu anketin maddeleri, her zaman, sık sık, bazen, nadiren, hiçbir zaman şeklindeki beş seçenikle cevaplanabilmektedir (EK 3).

3.6.4. Problem Değerlendirme Ölçeği

Bu ölçek, hazırlanan problem senaryolarının, gerçekte bir PDÖ yaklaşımı problemi için yeterli özelliklere sahip olup olmadığını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiştir (EK 4). PDÖ yaklaşımı ile ilgili literatürden de (Gallagher *et al.* 1995; Nowak and Plucker 1999; Duch 2001; Weiss 2003; Sonmez and Lee 2003; Mauffette *et al.* 2004; Hmelo-Silver and Barrows 2006; Uden and Beaumont 2006) faydalanılarak bir PDÖ probleminde olması gereken 10 temel özellik belirlenmiş ve bu özellikleri sorgulayan bir ölçek geliştirilmiştir. Yeterli düzeyde, orta düzeyde ve zayıf düzeyde şeklinde, üç seçenekli likert tipinde olan Problem Değerlendirme Ölçeği, Kimya Eğitimi Bilim Dalı'nda görevli olan 9 öğretim elemanına uygulanmıştır. Öğretim elemanlarına, Problem Değerlendirme Ölçeğinin yanı sıra problem senaryoları ve konunun kazanımlarını içeren bir liste verilerek, onlardan her bir problem senaryosunu okumalarını ve sonrasında ölçekte yer alan maddelere göre bu senaryoları değerlendirmeleri istenmiştir. Bununla birlikte öğretim elemanlarından problem senaryoları ile ilgili olarak fikir ve önerilerini yazılı veya sözlü olarak belirtmeleri istenmiştir.

3.6.4.a. Kazanımlar

PDÖ'de Termodinamiğin Birinci Kanununa ait kazanımlar belirlenerek listelenmiştir. Kazanımlar belirlenirken Bloom'un bilişsel (hatırlama, anlama, uygulama, analiz, değerlendirme, yaratma) ve duyuşsal (alma, tepkide bulunma, değer verme, organize etme) alanlardaki öğrenme seviyelerine uygun bir şekilde ve hem Termodinamiğin Birinci Kanunu konu alanına özgü hem de PDÖ'ye özgü hedef davranışlar düşünülmüştür. Hazırlanan kazanımlar listesi, Kimya Eğitimi Bilim Dalı'nda görevli

olan 8 öğretim elemanına kontrol ettirilerek, fikir ve önerileri alınmış ve yapılan düzenlemelerle son halinde karar kılınmıştır (EK 5).

3.6.4.b. Problem senaryoları

Termodinamiğin Birinci Kanunu konusunu kapsayacak nitelikte 6 problem durumu belirlenerek, öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabilecekleri türden senaryolarla kurgulanmışlardır (EK 6). Problem senaryolarının her biri; başlık, metin, resim ve anahtar kelimeler içermektedir. Hazırlanan senaryolar daha sonra Problem Değerlendirme Ölçeği kullanılarak, bir PDÖ probleminin sahip olması gereken nitelikler yönünden konu alanında uzman öğretim elemanlarınca değerlendirilmiştir. Problem Değerlendirme Ölçeğinden alınan veriler ve öğretim elemanlarının yazılı ve sözlü, fikir ve önerileri doğrultusunda problem senaryolarında gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Problem senaryolarının hedeflediği, Termodinamiğin Birinci Kanunu konusuna ait ve PDÖ yaklaşımı ile ilgili kazanımlar aşağıda çizelgeler halinde verilmektedir (Çizelge 3.3–8.).

Çizelge 3.3. Birinci problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar

Problem 1: TERMOS	
Öğrenme Seviyeleri	Kazanımlar
Hatırlama	Enerjinin Korunumu Kanununu hatırlama Sistem ve çevre kavramlarının ne anlama geldiğini hatırlama Sistem türlerini hatırlama Bilimsel işlem süreci basamaklarını hatırlama
Anlama	Termodinamik bir olayda sistem ve çevresini birbirinden ayırt edebilme İzole bir ortamdaki herhangi bir olay için enerjinin değişmeyeceğini anlama Sistemden kaybedilen enerjinin çevre tarafından, çevreden kaybedilen enerjinin ise sistem tarafından kazanıldığının farkına varma Sistemin ısıya sahip olamayacağını anlama
Uygulama	Karşılaştığı bir sistemde meydana gelen değişimlerden yola çıkarak sistem türünü belirleme Bilgi kaynaklarına ulaşarak tarama yapma
Analiz	Problemi ana hatları ile analiz etme Elde edilen verilerden sonuçlar çıkarma, tahminlerde bulunma ve hipotez kurma
Değerlendirme	Araştırmadan elde edilen verileri yorumlayarak bir yargıya varma Herhangi bir sistemi, sınırları ve enerji alışverişleri açısından değerlendirme
Yaratma	Araştırma süreci için bir planlama yapma Problem için çözüm üretme ve raporlaştırma

Çizelge 3.4. İkinci problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar

Problem 2: ISI MI? SICAKLIK MI?	
Öğrenme Seviyeleri	Kazanımlar
Hatırlama	Isı kavramının ne anlama geldiğini hatırlama Sıcaklık kavramının ne anlama geldiğini hatırlama Bilimsel işlem süreci basamaklarını hatırlama
Anlama	Sistemin ısıya sahip olamayacağını anlama Isının enerji formu değil, bir enerji alışveriş şekli olduğunu anlama
Uygulama	Bilgi kaynaklarına ulaşarak tarama yapma Günlük kullanımlarda ısı ve sıcaklık kelimelerini doğru olarak belirleme
Analiz	Problemi ana hatları ile analiz etme Elde edilen verilerden sonuçlar çıkarma, tahminlerde bulunma ve hipotez kurma
Değerlendirme	Araştırmadan elde edilen verileri yorumlayarak bir yargıya varma
Yaratma	Araştırma süreci için bir planlama yapma Problem için çözüm üretme ve raporlaştırma

Çizelge 3.5. Üçüncü problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar

Problem 3: ENERJİ TASARRUFU	
Öğrenme Seviyeleri	Kazanımlar
Hatırlama	Enerjinin Korunumu Kanununu hatırlama Sistem ve çevre kavramlarının ne anlama geldiğini hatırlama Termodinamiğin Birinci Kanununun Enerji Korunumu Kanunu olduğunu hatırlama Bilimsel işlem süreci basamaklarını hatırlama
Anlama	Termodinamik bir olayda sistem ve çevresini birbirinden ayırt edebilme Enerjinin atıl hale gelmesinin enerjinin korunmadığı anlamına gelmeyeceğini anlama Enerjinin nitelik olarak değil nicelik olarak korunduğunu anlama Enerjinin vardan yok, yoktan var olamayacağını yalnız başka formlara dönüşebileceğini anlama Enerjinin bitip, tükenip, harcanmayıp ancak daha kullanışsız bir hale gelebileceğini takdir etme
Uygulama	Bilgi kaynaklarına ulaşarak tarama yapma
Analiz	Enerjinin dağılımı sonucunda hangi formlara dönüştüğünü analiz etme Enerjinin transferinin hangi çevre elemanlarına olduğunu analiz etme Sistemdeki enerji alışverişlerinin makro ve mikro enerji düzeylerindeki etkilerini analiz etme Yakın çevredeki enerji çeşitlerinin ve bunların kaynaklarının farkına varma Problemi ana hatları ile analiz etme Elde edilen verilerden sonuçlar çıkarma, tahminlerde bulunma ve hipotez kurma
Değerlendirme	Araştırmadan elde edilen verileri yorumlayarak bir yargıya varma
Yaratma	Araştırma süreci için bir planlama yapma Problem için çözüm üretme ve raporlaştırma

Çizelge 3.6. Dördüncü problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar

Problem 4: ATOM BOMBASI	
Öğrenme Seviyeleri	Kazanımlar
Hatırlama	Makro ve mikro düzeylerdeki enerji çeşitlerini hatırlama İç enerji kavramının ne anlama geldiğini hatırlama Bilimsel işlem süreci basamaklarını hatırlama
Anlama	Makro düzeydeki kinetik ve potansiyel enerjilerin mikro düzeydekilerden farklı olduklarını bilme Enerjinin bitip, tükenip, harcanmayıp ancak daha kullanışsız bir hale gelebileceğini takdir etme
Uygulama	Bilgi kaynaklarına ulaşarak tarama yapma
Analiz	Besin ve yakıtların birer enerji deposu olmadıkları sonucuna varma Problemi ana hatları ile analiz etme Elde edilen verilerden sonuçlar çıkarma, tahminlerde bulunma ve hipotez kurma
Değerlendirme	Enerji deposu olarak bilinen maddeleri, enerji sağlamadaki rolleri açısından değerlendirme Araştırmadan elde edilen verileri yorumlayarak bir yargıya varma
Yaratma	Araştırma süreci için bir planlama yapma Problem için çözüm üretme ve raporlaştırma

Çizelge 3.7. Beşinci problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar

Problem 5: ŞOFBEN ZEHİRLENMESİ	
Öğrenme Seviyeleri	Kazanımlar
Hatırlama	İç enerji kavramının ne anlama geldiğini hatırlama Entalpi kavramının ne anlama geldiğini hatırlama Hess kanununu hatırlama Hal fonksiyonu teriminin ne anlama geldiğini hatırlama Bilimsel işlem süreci basamaklarını hatırlama
Anlama	Kimyasal bağların kırılması için enerji gerektiğini ve yeni bağlar oluşurken enerji ortaya çıktığını anlama
Uygulama	Verilen reaksiyondaki bir maddenin standart oluşum entalpisini hesaplama Basamaklarda oluşan reaksiyonları kullanarak toplam reaksiyonun entalpisini bulma Bilgi kaynaklarına ulaşarak tarama yapma
Analiz	Hess kanununun, entalpinin bir hal fonksiyonu oluşu yönüyle analiz edilmesi Problemi ana hatları ile analiz etme Elde edilen verilerden sonuçlar çıkarma, tahminlerde bulunma ve hipotez kurma
Değerlendirme	Hess kanununu ortaya çıkış sebebini enerjinin korunumu açısından değerlendirme Araştırmadan elde edilen verileri yorumlayarak bir yargıya varma
Yaratma	Araştırma süreci için bir planlama yapma Problem için çözüm üretme ve raporlaştırma

Çizelge 3.8. Altıncı problem için öğrenme seviyelerine ait kazanımlar

Problem 6: KABARMAYAN KEK	
Öğrenme Seviyeleri	Kazanımlar
Hatırlama	İç enerji kavramının ne anlama geldiğini hatırlama Entalpi kavramının ne anlama geldiğini hatırlama Bilimsel işlem süreci basamaklarını hatırlama
Anlama	İç enerjinin sadece ısı ve iş yapılması durumunda değişebileceğini anlama Isının enerji formu değil, bir enerji alışveriş şekli olduğunu anlama İşin enerji formu değil, bir enerji alışveriş şekli olduğunu anlama Basınç-Hacim işinin farkına varma Entalpi kavramının ne için kullanıldığını anlama Entalpinin bir enerji formu olmadığını anlama
Uygulama	Gerçekleşen ısı ve iş işaretlerini tahmin etme Verilen reaksiyonlarda iç enerji değişimini $\Delta U = q + w$ denklemiyle hesaplama Verilen reaksiyonlarda iç enerji değişiminden hareketle entalpi değişimini bulma Verilen reaksiyondaki bir maddenin standart oluşum entalpisini hesaplama Verilen reaksiyonlarda basınç-hacim işini hesaplama Bilgi kaynaklarına ulaşarak tarama yapma
Analiz	Termodinamik bir olay sonucunda, sistemin kazandığı hale sebep olan etkenleri Enerjinin Korunumu Kanunundan hareketle analiz etme Problemi ana hatları ile analiz etme Elde edilen verilerden sonuçlar çıkarma, tahminlerde bulunma ve hipotez kurma
Değerlendirme	Kalorimetreyi çalışma prensibi açısından değerlendirme Araştırmadan elde edilen verileri yorumlayarak bir yargıya varma
Yaratma	Araştırma süreci için bir planlama yapma Problem için çözüm üretme ve raporlaştırma

3.6.5. Öğrencilerin Kendini ve Grup Üyelerini Değerlendirme Ölçeği

Bilimsel işlem becerileri, eleştirel düşünme becerileri, grupla çalışma becerileri ve iletişim becerileri ile ilgili toplam 18 madde içeren bu ölçek, öğrencilerin bu beceriler açısından kendilerini değerlendirmelerini sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Kendini ve Grup Üyelerini Değerlendirme Ölçeği, her bir problem çalışmasının ardından öğrencilere sunularak onlardan kendilerini söz konusu problem sürecindeki çalışmalara göre değerlendirmeleri istenmiştir. Ölçek likert tipinde olup, yeterli düzeyde, orta düzeyde ve zayıf düzeyde şeklinde üç seçenek içermektedir. Toplanan verilerin ortalaması alınarak her bir öğrenci için onların aktivitelerini kendi bakış açılarını yansıtan bir puan olarak öğrencilere sunulmuştur. Böylece öğrencilerin, süreç boyunca onlardan beklenenlerden haberdar olmaları ve buna göre davranışlarını düzenlemeleri sağlanmıştır (EK 7).

3.6.6. Mülakatlar

Araştırma kapsamında, PDÖ yaklaşımının etkileri ve öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinin gerçekleşip gerçekleşmediği hakkında daha detaylı veri toplamak amacıyla mülakatlar düzenlenmiştir. Uygulama süresi sonunda her bir gruptan, mülakat yapılmak üzere gönüllülük esasına dayalı olarak üye belirlemeleri istenmiştir. Sonuç olarak toplam 26 öğrenci, mülakat için gönüllü olmuşlardır. Öğrencilerin hepsi, mülakatlar esnasında ses kaydı yapılmasını kabul etmiştir.

Gönüllü olan öğrencilerle yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu tür mülakatlarda araştırmacı mülakat sorularını önceden hazırlar. Fakat mülakat yapılan kişilerin durumu veya o andaki şartlara bağlı olarak sorularda kısmi esneklikler sağlanabilir. Sorular yeniden düzenlenerek ayrıntıya inen ve tartışmayı genişleten tarzda bir yönlendirme yapılabilir (Ekiz 2003; Çepni 2005). Temelde iki bölümden oluşan mülakatların birinci bölümünde, öğrencilerden PDÖ yaklaşımını değerlendirmeleri istenmiştir. Mülakatlar boyunca, öğrencilerin PDÖ'yi; öğrenme, öğretmenin rolü, öğrencinin rolü, değerlendirme yöntemleri, zaman, araştırma vb. boyutlar çerçevesinde, avantaj ve dezavantajlarını sorgulayabilecek sonda tarzındaki sorularla değerlendirmeleri sağlanmıştır. Sondalar (probe), mülakat sürecinde toplanan verilerin derinlemesine olmasını ve zenginleşmesini sağlar. Sorular her birey için aynı anlama gelmeyebilir veya aynı şekilde açık ve belirgin olmayabilir. Bu durumlarda sonda denilen sorular kullanılır. Sondalar mülakatın asıl sorularını takiben kullanılır ve onlarla elde edilen cevapların daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla taşır (Yıldırım ve Şimşek 2000; Keats 2000).

Mülakatların ikinci bölümünde ise öğrencilerin kavramsal bilgileri irdelenmiştir. Enerjinin korunumu, enerjinin atıl hale gelmesi, sistem, çevre, iç enerji, entalpi, ısı, basınç-hacim işi gibi temel bazı kavramlar hakkında öğrencilerin sahip oldukları anlayışları, mülakat soruları ile belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerden önce kavramlar hakkında bildiklerini olabildiğince geniş bir şekilde belirtmeleri istenmiştir.

Daha sonra ise bu kavramlarla ilgili literatürde de geçen yanlış anlayışları irdeleyen sorularla mülakata devam edilmiştir.

3.6.7. Gözlemler

3.6.7.a. Video kaydı gözlemleri

Video kaydı yöntemiyle yapılan gözlemlerde, hem öğrencilerin problemlere hazırlık aşamalarındaki grup çalışmalarını hem de araştırma raporlarını sunum faaliyetlerini gözlemlemek amaçlanmıştır.

Probleme hazırlık aşamasında grup çalışmaları için yapılan gözlemler, yapılandırılmamış gözlem şeklinde tasarlanmıştır. Bu tür çalışmalar davranışın gerçekleştiği doğal ortamlarda yapılır (Yıldırım ve Şimşek, 2000). Yapılandırılmamış gözlemlerde her ne kadar genel bir gözlem amacına sahip olursa da gözlem öncesinde nelerin gözleneceği ayrıntılı olarak belirlenmemektedir. Gözlem sonrasında elde edilen veriler betimlenerek veya kategorize edilerek analize tabi tutulmaktadır.

Öğrencilerin PDÖ uygulamaları esnasında, sınıf içerisinde problem üzerindeki grup çalışmaları ve problemin çözümüne ilişkin sunular, video kayıt cihazı ile kayda alınmıştır. Video kayıt cihazları gözlem çalışmalarında önemli bir yer tutar. Videoya çekilen görüntülerin defalarca izlenmesi ve ortamda yer alan olayların ayrıntılı olarak çalışılması mümkündür. Araştırmacı kendini hızlı ve kısa not alma baskısı altında hissetmez. Bu cihazlar ortamın sıcaklığı ve kokusu gibi faktörleri gözlemleyemese de iyi bir ses ve görüntü kaydı sağlayabilmektedirler (Wragg 1994; Yıldırım ve Şimşek 2000). Bu çalışma ile öğrencilerin grup halinde ve işbirliği içerisinde çalışma becerileri, bilimsel işlem becerileri, iletişim kurma becerileri ve kendi kendine öğrenme becerileri açısından değerlendirme amaçlanmaktadır. Video kaydı yapılırken bütün grupların çalışmaları yetişmediğinden verilerin analizinde sadece bütünüyle izlenebilen ilk 5 grubun video gözlemleri dikkate alınmıştır.

Öğrencilerin sunum çalışmaları için yapılan gözlemler ise yapılandırılmış gözlemler şeklinde tasarlanmıştır. Bu gözlem türünde araştırmacı genellikle yapılandırılmış bir gözlem aracı veya araçları kullanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek 2000). Araştırmacının hangi davranışları gözlemleyeceği bellidir ve gözlem boyunca sadece karşılaştığı bu davranışlarla ilgili olarak gözlem aracına işaretlemelerde bulunur. Bu çalışmada ise öğrencilerin sunum becerileri açısından değerlendirmesi amaçlanmaktadır. Sunum çalışmaları için yapılan gözlemlerde gözlem aracı olarak Sunu Gözlemi Değerlendirme Ölçeği kullanılmıştır.

3.6.7.b. Sunu Gözlemi Değerlendirme Ölçeği

Öğrencilerin sunum çalışmalarını değerlendirmek amacı ile ilgili literatürden de (Butler 1997; Ronis 2001; Hafner and Hafner 2003) faydalanılarak araştırma sonuçlarının sunumunda aranan özellikleri içeren bir Sunu Gözlemi Değerlendirme Ölçeği geliştirilmiştir (EK 8). Literatürde gözlem kontrol listesi adıyla da anılan bu ölçekler, öğrencilerin onlardan istenen görevleri başarı ile yerine getirme düzeylerini ölçmek amacıyla kullanılmaktadır. Birçok formu olmasına karşın PDÖ çalışmalarında daha çok, öğretmenlerin öğrencilerinden çalışma sürecinde gerçekleştirmelerini istediği becerilerin bir listesi kullanılır (Ronis 2001). Ölçek, video kaydı ile yapılan sunu gözlemleri sonrasında kullanılmıştır. Ölçek öğrencilerin sunum becerilerini yeterli, orta ve zayıf olmak üzere üç düzeyde değerlendirmektedir.

3.6.7.c. Öğretmen gözlemleri

Bu çalışma ile öğretmen not alma yöntemine dayalı olarak gözlemler yapmıştır. Not alma gözleme dayalı çalışmalarda en sık kullanılan kaydetme yöntemidir. Araştırmacı kendi geliştirdiği kısaltmalar yoluyla, gözlem sürecinde mümkün olduğu ölçüde tanımlayıcı notlar almaya çalışır. Hızlı karar verme gerektirmesi ve olayların yeniden meydana gelmesinin mümkün olmayışı gibi dezavantajları olsa da bu yöntem anında ve taze bilgiler edinme, olayları bir bütün olarak algılayabilme avantajlarından dolayı

tercih edilmektedir. Yapılandırılmamış gözlemler şeklinde tasarlanan bu araştırma türü çoğu durumda araştırmacının ortama katıldığı “katılımlı gözlem” denilen yöntemle gerçekleştirilir. Araştırmacının elinde herhangi standart bir gözlem veya görüşme aracı bulunmamaktadır (Wragg 1994; Yıldırım ve Şimşek 2000). Öğretmen Gözlemleri, uygulama süresince öğrencilerde PDÖ yaklaşımının sebep olduğu tepkileri ölçmeyi amaçlamaktadır. Ölçülen bu tepkilerle PDÖ’nin uygulanabilirliği ve öğrencilerin beceri düzeyleri üzerindeki etkileri hakkında fikir edinilmeye çalışılmıştır. Bu gözlemlerle öğretmen, izlenimlerini süreç boyunca aldığı notlarla kaydetmeye çalışmıştır.

3.6.8. Doküman analizi

Portfolyo (öğrenci ürün dosyası) değerlendirmesi kapsamında her gruptan, onlara verilen problem durumlarının her biri için birer çalışma yaprağı doldurmaları ve problemlerin çözüm aşaması sonrasında da birer araştırma raporu hazırlamaları istenmiştir (EK 9). Portfolyolar hem bir ürün hem de bir süreç olarak kabul edilirler. Bir üründür, çünkü organize edilmiş ve amaçlı dokümanların, başarı kayıtlarının ve geri dönütlerin bir koleksiyonudur. Bir süreç niteliğindedir, çünkü bu doküman ve deneyimler öğrenme ve öğretimi gerçekleştirmek amacıyla toplanır organize edilir ve kullanılırlar. Portfolyolara öğrencilerin kendi öğrenmelerini izlemeleri amacıyla kullanılan şu anki değerlendirme modelleri içerisinde büyük bir yenilik gözüyle bakılmaktadır. Öğrenci bu izleme süresince değerlendirme sürecini içselleştirir. Bu içselleştirme süreci ise öğrencilerin öğrenmeleri gereken en önemli hayat becerilerinden biridir (Ronis 2001).

3.6.8.a. Araştırma raporları

Öğrencilerden her bir probleme yönelik muhtemel çözüm önerilerini bir araştırma raporu halinde sunmaları istenmiştir. Başlık, özet, giriş, yöntem, bulgular, tartışma ve yorum, kaynakça ve ekler bölümleri, problemin tanımının açık ve net bir şekilde yapılması, amacın net bir şekilde ifadesi gibi gerçek bir araştırma raporunda olması

gereken özellikler öğrencilerden istenen bu raporlarda da aranmıştır. Grupça hazırlanan bu raporlar araştırmacı tarafından daha önceden hazırlanmış olan Araştırma Raporu ve Çalışma Yaprağı Değerlendirme Ölçeği ile değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

3.6.8.b. Çalışma yaprakları

Problem durumunun sunulmasından sonra öğrencilerin problemi tanımları ve kendi kendine öğrenme becerilerini kazanmaları maksadıyla kendi öğrenmelerini planlamalarını sağlamak için çalışma yaprakları kullanılmıştır. İlgili literatürden de (Faulkner 1999; Carl-Williamson 2003) faydalanılarak hazırlanan çalışma yaprağı; Problem hakkında bildiklerimiz, Bilmemiz gerekenler, Gerekli bilgilere nasıl ulaşabiliriz ve Hipotezlerimiz şeklindeki başlıklardan oluşan dört bölüme sahiptir. Öğrencilerden bu çalışma yaprağını grup çalışmasıyla doldurmaları istenmektedir. Araştırmanın raporlaştırılması safhası bittiğinde araştırma raporları ile beraber çalışma yaprakları da toplanmıştır.

3.6.8.c. Araştırma Raporu ve Çalışma Yaprağı Değerlendirme Ölçeği

Araştırma raporu ve çalışma yapraklarında olması gereken özellikler ilgili literatürden de faydalanılarak (Faulkner 1999; Little 1999) belirlenmiş ve bu özellikleri irdeleyen bir ölçek geliştirilmiştir. Araştırma Raporu ve Çalışma Yaprağı Değerlendirme Ölçeği adı verilen bu ölçek öğrencilerin araştırmalarını raporlaştırma ve kendi kendine öğrenme becerilerini yeterli, orta ve zayıf olmak üzere üç düzeyde değerlendirmektedir (EK 10).

3.7. Uygulama

Örneklem grubu ile aynı programda okuyan öğrencilerle, uygulamadan önce pilot çalışma niteliğinde bir uygulama yapılmıştır. Pilot çalışmada uygulamaya dair deneyimler edinilerek daha verimli bir uygulama için dikkat edilmesi gereken hususlar not edilmiştir. Tez çalışmasına temel teşkil eden, esas uygulama çalışması ise 2006–

2007 yılı bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Uygulama bizzat araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Uygulama öncesinde öğrencilere ön testler uygulanmıştır.

Öğrencilerin PDÖ yaklaşımı hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamak amacıyla “PDÖ Tanıtım Kılavuzu” adı altında bir kılavuz hazırlanmıştır (EK 11). Kılavuzda PDÖ yaklaşımının tanıtımını içeren bilgilerin yanı sıra takip edilecek bilimsel işlem basamakları ve uygulama aşamasında yapılması gerekli olan aktivitelere dair bilgiler (grup çalışmaları, araştırma raporunun hazırlanışı, grup üyelerinin çalışmalarını değerlendirmek için kullanılacak ölçekler, çalışma yaprağı, zaman çizelgesi vb.) yer almaktadır. Uygulamanın bir hafta öncesinde her bir öğrenciye PDÖ Tanıtım Kılavuzu verilerek onlardan bu kılavuzu okumaları ve uygulama boyunca faydalanmaları istenmiştir.

PDÖ'nin gerektirdiği şekilde öğrenciler arasında gruplandırma yapılmış ve gruplarda farklı not ortalamalarına sahip öğrencilerin bulunmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca her grupta hem kız hem de erkek öğrenci bulunmaktadır. Kendi içinde heterojen, gruplar arası homojen bir görünüm meydana gelmiştir. Grupların sınıf içerisinde oturma düzenindeki yerleri belirlenerek her bir gruptan kendilerine bir takım kaptanı ve bir grup ismi belirlemeleri istenmiştir. Sınıfta; Vitamin, Adı Bizde Saklı, Sefiller, Homojen, Bahtsız Bedeviler, Tükenmez Kalemler ve Macera adlarına sahip toplam 7 grup oluşturulmuştur. Sınıf gruplarından biri 6, diğer gruplar 7'şer kişi olmak üzere 18'i kız 30'u erkek toplam 48 öğrenciden ibarettir.

Uygulama sonrasında, son testler yapılmış ve her gruptan belirlenen gönüllü öğrencilerle de PDÖ uygulamasına ilişkin görüşlerini ve Termodinamiğin Birinci Kanunu konusuna ait kavramsal bilgi yapılarını belirlemek amacıyla mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Uygulama aşaması ön ve son testler ile beraber toplam 8 hafta (konu geleneksel anlatıma dayalı öğretimle ortalama 6 haftada işlenmektedir) sürmüştür. Uygulama çalışmasında takip edilen etkinlikler 1 haftalık bir birim halinde Çizelge 3.9.'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.9. PDÖ uygulamasında birim zamanda yapılan etkinlikler dağılımı

Günler	Ders saatleri	Etkinlikler
Çarşamba	2. saat	Problem durumunun öğretmen tarafından verilmesi Problem durumu üzerinde grup halinde tartışma Çalışma yapraklarının doldurulması Araştırma planına karar verilmesi Görev dağılımının belirlenmesi Video kaydı
Çarşamba-Pazartesi	Ders dışı	Bireysel veya grup çalışmaları, kaynak taraması, deney, gözlem vb. çalışmalar
Pazartesi		Araştırma sonuçlarının gruplar tarafından sınıf ortamında sunulması Sonuçlar üzerinde sınıf tartışmaları
Pazartesi-Çarşamba	Ders dışı	Araştırma raporlarının yazımı
Çarşamba	1. saat	Öğretmen tarafından problemin gerçek çözümüne dair açıklamaların yapılması Araştırma raporlarının ve çalışma yapraklarının toplanması Öğrencilerin kendini ve grup üyelerini değerlendirmesi
	2. saat	Sonraki problem durumunun verilmesi
Isı ve Madde dersi Haftalık Ders Programı: Pazartesi: 1 saat (Toplam 3 Kredi) Çarşamba: 2 saat		

3.8. Verilerin Analizi

Akademik Başarı Testi ve Bilimsel İşlem Beceri Testlerinin ön testleri ile son testlerin karşılaştırılmasında, aynı örneklem grubu üzerinde yapılan ve onların farklı zaman dilimlerindeki beklentilerini, başarılarını, hızlarını vb. özelliklerini karşılaştıran (Özdamar 1999; Ak 2006) bağımlı iki örnek t-testi (paired samples t-test) kullanılmıştır.

0,05'lik önem seviyesinde test edilen araştırmanın istatistikî analizleri SPSS/PC (Statistical Package for Social Sciences for Personal Computers) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Anketi ile elde edilen nicel veriler betimsel analize tabi tutularak sonuçları yüzde ve frekans içeren çizelgeler yardımıyla sunulmuştur (Büyüköztürk 2003). Bununla birlikte araştırmada yapılan, mülakatlar, gözlemler ve doküman analizlerinden elde edilen nitel verilerin analizlerinde, daha önceden belirlenen temalara göre özetleme ve yorumlamaların yapıldığı, görüşülen ya da gözlenen bireylerin görüşlerini çarpıcı bir şekilde sunmak için doğrudan alıntılara yer verildiği, elde edilen verilerin düzenlenip yorumlanarak okuyucuya sunulduğu bir yöntem olan (Yıldırım ve Şimşek, 2000) betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır.

3.9. Araştırmanın Kabulleri ve Sınırlılıkları

3.9.1. Araştırmanın kabulleri

1. Araştırmaya katılan öğrenciler ölçeklerdeki ifadelere ve mülakatlardaki sorulara içtenlikle cevap vermişlerdir.
2. Öğrencilerin tez çalışmasına konu olan bilgi ve becerilerindeki gelişmelerinin sadece PDÖ yaklaşımı ile yapılan uygulamadan kaynaklandığı kabul edilmiştir.

3.9.2. Araştırmanın sınırlılıkları

1. Çalışmanın örneklemi, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı'nın üçüncü sınıfında okuyan toplam 48 öğrenci ile sınırlıdır.
2. Araştırmanın uygulama safhası, ön test ve son testlerde dâhil haftada üçer saat olup toplam 8 hafta ile sınırlıdır.
3. Araştırma, Termodinamiğin Birinci Kanunu başlığı altındaki konu alanı ile sınırlıdır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Akademik Başarı Testi Verilerinin Analizi

PDÖ'nin, öğrencilerin akademik başarı düzeyleri üzerine etkisini incelemek amacıyla ön ve son akademik başarı testleri arasında istatistikî olarak önemli bir farklılığın olup olmadığına bakılmıştır. Bu amaçla kullanılan bağımlı (ilişkili) iki örnek t-testinin sonuçları Çizelge 4.1.'de belirtilmektedir.

Çizelge 4.1. Akademik başarı düzeyleri için bağımlı iki grup t-testi sonuçları

Ölçüm	Öğrenci Sayısı	Test Ortalamaları	Standart Sapma	sd	t	p
Ön Test	48	34,72	11,12	47	-19,57	0,000
Son Test	48	74,08	14,71			

Test sonuçları, öğrencilerin akademik başarı düzeyleri açısından ön testler ile son testler arasında istatistikî olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu ($t_{(47)}=19,56$, $p<0,05$) göstermektedir. PDÖ uygulaması öncesinde öğrencilerin akademik başarı testi ortalaması 34,72 iken uygulama sonrasında 74,08'e çıkmıştır. Bu bulgu, PDÖ'nin öğrencilerin akademik başarı düzeylerini artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

4.2. Bilimsel İşlem Beceri Testi Verilerinin Analizi

PDÖ'nin, öğrencilerin bilimsel işlem beceri düzeyleri üzerine etkisini incelemek amacıyla ön ve son bilimsel işlem beceri testleri arasında istatistikî olarak önemli bir farklılığın olup olmadığına bağımlı iki örnek t-testi kullanılarak bakılmıştır. Test sonuçları Çizelge 4.2.'de belirtilmektedir.

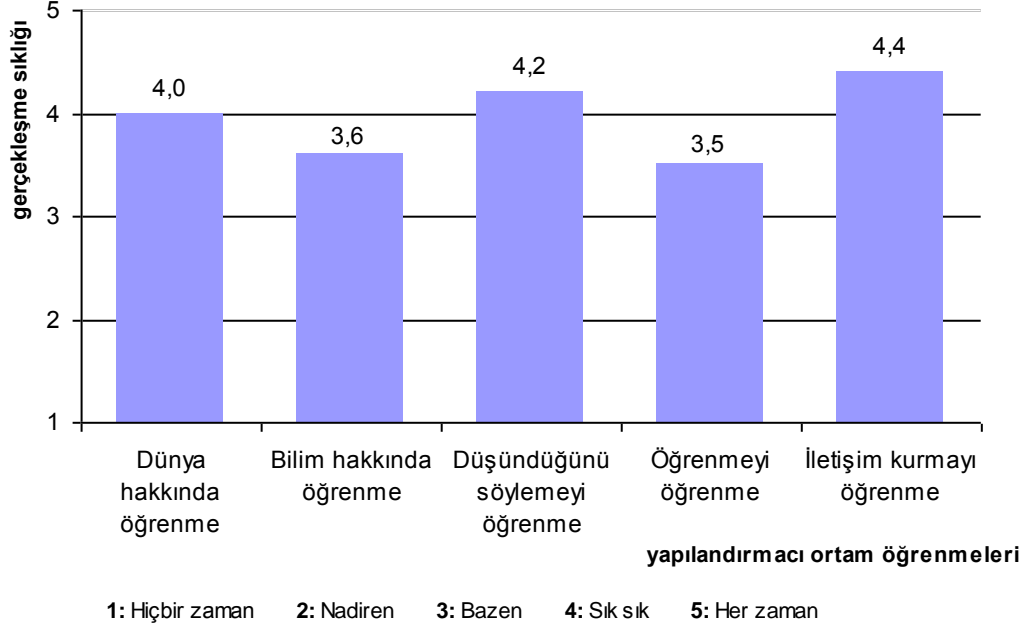
Çizelge 4.2. Bilimsel işlem beceri düzeyleri için bağımlı iki grup t-testi sonuçları

Ölçüm	Öğrenci Sayısı	Test Ortalamaları	Standart Sapma	sd	t	p
Ön Test	48	25,31	3,67	47	-3,60	0,001
Son Test	48	27,17	3,28			

Test sonuçları, öğrencilerin bilimsel işlem beceri düzeyleri açısından ön testler ile son testler arasında istatistikî olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu ($t_{(47)}=3,60$, $p<0,05$) göstermektedir. PDÖ uygulaması öncesinde öğrencilerin bilimsel işlem beceri testi ortalaması 25,31 iken uygulama sonrasında 27,17'ye çıkmıştır. Bu bulgu, PDÖ'nin öğrencilerin bilimsel işlem beceri düzeylerini artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

4.3. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Anketi Verilerinin Analizi

Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Anketi ile elde edilen veriler, bu anket içerisindeki dünya hakkında öğrenme, bilim hakkında öğrenme, düşündüğünü söylemeyi öğrenme, öğrenmeyi öğrenme ve iletişim kurmayı öğrenme alt bölümleri temel alınarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin bu alt bölümlerin her birine verdikleri puanlar Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Öğrencilerin yapılandırmacı öğrenme ortamı açısından değerlendirmeleri

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi genel itibariyle öğrenciler, PDÖ sürecinde içinde buldukları öğrenme ortamını yapılandırmacı bir öğrenme ortamı olarak algıladıklarını belirtmişlerdir.

4.4. Mülakat Verilerinin Analizi

4.4.1. Kavramsal öğrenmeye ilişkin mülakatlar

Öğrencilerin Termodinamiğin Birinci Kanunu konusu kapsamındaki kavramsal öğrenmelerine ilişkin yapılan mülakatların verileri betimsel bir analize tabi tutulmuştur. Temel kavramlar hakkında sahip olunan görüşler, öğrencilerin bu görüşlere katılım düzeyleri de dikkate alınarak Çizelge 4.3.’te belirtilmektedir.

Çizelge 4.3. Temel kavramlara ilişkin öğrenci görüşleri

Kavramlar	%	Kavramlarla ilgili görüşler
Sistem, sistem türleri ve çevre	%88	Sistem evrenin ilgilendiğimiz, çalıştığımız/araştırma yaptığımız kısmıdır.
	%4	Sistem, bir olayın olduğu ortamdır.
	%4	Sistem eleman ve olayla birlikte bir bütündür.
	%4	Sistem çevrenin incelediğimiz bölümüdür.
	%100	Çevre, sistemin dışında kalan alandır.
	%85	Açık sistem, kütle ve enerji giriş çıkışı olan sistemdir.
	%46	Açık sistem, dışarıyla ısı ve iş şeklinde enerji alışverişi olan sistemdir.
	%96	Kapalı sistem, enerji giriş çıkışı olup kütle giriş çıkışı olmayan sistemdir.
	%4	Kapalı sistem, enerji alış verişi içeride gerçekleşen sistemdir.
	%92	İzole sistem, enerji transferi ve kütle transferi olmayan sistemdir.
	%8	İzole sistem, enerji alış verişi olmayan sistemdir.
Isı	%77	Bir enerji transfer/aktarım şeklidir.
	%54	Sıcaklık farkından kaynaklanan bir enerji transfer şeklidir.
	%23	Sıcaklık farkından kaynaklanan ve yüksek sıcaklığa sahip olan cisimden düşük sıcaklıktaki cisme kinetik enerji transferidir.
Sıcaklık	%77	Maddelerin kinetik enerjilerinin bir ölçüsüdür
	%46	Sistem moleküllerinin kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür.
	%19	Madde moleküllerinin sahip olduğu enerjilerin ortalamasıdır.
İş	%81	Bir enerji transfer/aktarım şeklidir.
	%23	Konum değişikliğinden kaynaklanan transfer şeklidir.
	%12	Sistem sınırlarını genişleten, daraltan veya sisteme bir yönde etki yapan kuvvetin etkisidir.
Enerjinin Korunumu Kanunu	%100	Enerji vardan yok olmaz, yoktan da var olmaz.
	%46	Bir formdan başka bir forma dönüşüm halinde enerji yok olmaz.
	%23	Evrendeki toplam enerji sabittir. Ne azalır, ne artar.
	%19	Sistemde kesinlikle bir enerji kaybının olmayıp, sadece enerjinin bir formdan başka bir forma dönüşmesidir.
	%15	Toplam enerjinin nitelik olarak değil de nicelik olarak korunmasıdır. Sistemin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamının sabit olmasıdır.
Enerjinin atıl hale gelmesi	%12	Yani potansiyel enerji arttığı zaman kinetik enerjisi azalır ama toplam enerji sabittir.
	%85	Kullanılabilirliği çok zor olan bir enerji formuna dönüştürülmesidir
	%54	Enerjinin daha verimsiz bir hale gelmesidir.
	%50	Kullanamadığımız forma dönüşmesidir.
	%4	Enerjinin miktarında düşme olmasıdır.
	%4	Enerjinin ısıya dönüşmesidir.

Çizelge 4.3. (devam)

İç enerji	%77 İç enerji bir maddenin moleküllerinin sahip olduğu enerjidir.
	%50 Madde molekülleri arasındaki titreşim, dönme ya da yer değiştirme enerjileridir.
	%50 Sistemin molekül veya taneciklerinin hareketlerinden veya yapısından kaynaklanan enerjidir.
	%46 Çevre ile alakalı değil de sistemin olan enerjidir.
	%23 Bir maddenin bütün atom ve moleküllerinin toplam enerjisidir.
	%4 Sistem olarak kabul edilen ortam içindeki toplam enerji iç enerjidir.
Entalpi	%77 Sabit basınçlı bir sistemdeki enerji değişimleridir.
	%54 Reaksiyondaki ısı değişimi / ısı enerjisidir.
	%8 Sistemin iç enerjisi ile yaptığı işten dolayı harcadığı enerjinin toplamıdır.
	%4 Ne kadar enerji verdiğimizizin veya aldığımızın göstergesidir.
	%4 Oluşum ve yıkım reaksiyonlarında bulunan enerjidir.
	%4 Bir reaksiyondaki enerji değişimidir.
	%4 Kademeler halinde gerçekleşen reaksiyonlarda kademe enerjileri toplamıdır.
	%4 Kimyasal reaksiyon sonucunda iç enerjideki değişimdir.
	%4 İşle birlikte enerji değişimi olduğu için entalpi kavramını kullanıyoruz.
	%4 Maddenin sahip olduğu enerjinin bütünüdür.
%4 Enerjidir.	
%4 Bir reaksiyonda ürünlerin enerjisinin girenlerin enerjisinden farkıdır.	
%4 Sabit basınçta veya sabit hacimde ürünlerle reaktifler arasındaki ısı farkıdır.	
Hal fonksiyonu	%77 Sistemin o haldeki/sabit andaki durumunu belirtir.
	%23 Sistemin herhangi bir andaki özelliğidir.
	%19 Alınan yola bağlı olmadan değişen bir şeydir.
	%4 Maddenin bulunduğu haldir.

Çizelge 4.3., öğrencilerin büyük çoğunluğunun, konu kapsamında yer alan temel kavramlar hakkında doğru anlayışlara sahip olduklarını göstermektedir. Bununla birlikte sayıları az da olsa bazı öğrencilerin hemen her kavramla ilgili olarak zihinlerinde net bir anlayışa sahip olmadıkları görülmektedir. Bu öğrencilerden bazılarının, mülakatlar esnasında kavramlar hakkındaki görüşlerini belirtirlerken galiba, herhalde, yanlış hatırlamıyorsa gibi tereddüt ifade eden sözcükler kullandıkları gözlenmiştir. Bazı öğrenciler ise özellikle entalpi ve hal fonksiyonu kavramını anlamakta güçlük

çektiklerini belirtmişlerdir. Diğer taraftan öğrencilerin bir bölümünün, başta entalpi olmak üzere bazı kavramlar hakkında yanlış anlamalara sahip oldukları görülmüştür.

4.4.2. PDÖ'ye ilişkin mülakatlar

Mülakatlardan elde edilen verilerin betimsel analizi ile ortaya çıkarılan kategoriler ve bu kategorilerle ilgili olarak öğrencilerin örnek ifadeleri aşağıda verilmektedir. Öğrencilerin PDÖ hakkındaki görüşleri açısından bakıldığında mülakat verileri “Olumlu yönleri” ve “Olumsuz yönleri” olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir. Çizelge 4.4.’ te söz konusu kategorilere mülakata katılan öğrencilerin katılım düzeyleri de dikkate alınarak yer verilmektedir.

Çizelge 4.4. PDÖ'ye ilişkin mülakat kategorileri

PDÖ'ye ilişkin görüşler	%	Kategoriler ve öğrencilerin katılım düzeyleri
Olumlu yönleri	%96	Bilgi kaynaklarını kullanma
	%88	Grupla ve işbirliği içerisinde çalışma
	%85	Yüksek motivasyon ve pozitif tutum
	%81	Akılda kalıcılık
	%54	İletişime geçme
	%23	Problem çözme
	%15	Kendi kendine öğrenme
Olumsuz yönleri	%92	Sınırlı zaman
	%81	Yönteme alışkın olmama
	%77	Grupların yapısı ve yetersiz işbirliği
	%54	Değerlendirme problemi
	%23	Eksik bilgi edinme
	%12	İletişim problemi

4.4.2.a. Olumlu yönleri

Bilgi kaynaklarını kullanma

Öğrencilerin neredeyse tamamı (%96) PDÖ uygulaması sayesinde bilgi kaynaklarını kullanmayı öğrendiklerini, bu konudaki becerilerini geliştirdiklerini ifade etmektedirler. Örnek olarak öğrencilerin şu ifadeleri gösterilebilir:

“... Bunda mesela kütüphaneyi kullanmayı, öğretim görevlilerini, interneti işte bunları çok iyi kavradık yani diğer çalışmalarda bir yere gidiyorduk hallediyorduk veya bize kimse kaynak sunmuyordu işte şuradan araştırın falan denmiyordu, yol göstericimiz yoktu, bu sefer nasıl tarama yapacağımızı öğrendik.”

“... Mesela bir şofben (problemi), daha sonra mekanizmalara geçtik, aletlere, onları mesela olduğu yerden öğrenmek daha iyi. Şofbeni makine mühendisliğine gittik sorduk... En son vermiş olduğunuz konuda mesela kimya mühendisliğine gittik, sağ olsunlar profesörler dahi yardımcı olmaya çalıştılar. Ellerinden geldikleri kadar bildiklerini anlattılar yani.”

Grupla ve işbirliği içerisinde çalışma

Mülakata katılan öğrencilerin büyük bir bölümü (%88), yöntemin kendilerine grupla çalışma becerisi kazandırdığını ifade etmektedirler. Örnek ifadelere aşağıda yer verilmektedir:

“...Bir grup olarak çalışmayı öğrendik... Birlikte çalışmayı yani birini yani mesela paylaşım, konuları dağıtma, paylaşma... Alış veriş yani bir gurup içindeki yani başka insanlarla çalışmayı öğrendik.”

“Hani işbirlikli öğrenme var ya hocam ona biraz yatkın bence bu PDÖ yöntemi... Bu grupta biraz daha böyle hani etkileşim biraz daha fazlaydı, hani tartışıyorduk bir ders boyunca bir konu üzerinde yoğunlaşmıştık herkes bir fikir ortaya atıyordu bu açıdan güzeldi dersin işte araştırmadan önce bilgilerin ortaya dökülmesi,

araştırdıktan sonra neyin doğru olduğunu görmesi açısından güzeldi buda olunca probleme dayalı yöntem kullanabilir yani çok güzel bir yöntem.”

“... Bence yani iyi tarafı grup sorumluluğuydu....Yani konuyu o kadar özümsemiştim ki mesela 3,4 sayfa yazmış onun tamamını kafamda şekillendirmiş hatta şey özet dizaynı falan güzel demiştiniz, çünkü yani özümsemiştim, işte herkes grup sorumluluğuyla özenle çalıştı, şey olsa o kadar özen göstermezdim, bireysel bir şey olsaydı.”

Yüksek motivasyon ve pozitif tutum

Öğrencilerin büyük bir bölümü (%85) PDÖ uygulamalarında yüksek motivasyona sahip olduklarını ve derse yönelik tutumlarında olumlu gelişmelerin olduğunu belirten ifadeler kullanmışlardır. Örnek olarak:

“Bir de hocam eğlenceli, farklı, belki ilk haftalar zor olabilir dedik kamera falan ama oturtuktan sonra eğlenceli olmaya başladı... Birde en güzel yönü hocam, ders sıkmadı 3 saat mesela sadece 3 saat ders işlesek (anlatıma dayalı) dolu dolu bize çok sıkıcı geliyordu ama şimdi sıkıcı gelmiyor hem hevesli olduk hem çalıştık hem daha rahat geçtik... Belirli bir programa göre işlediğimiz için hatta çalışma programında (PDÖ kılavuzunu kastediyor) da vardı o, dolu dolu oldu yani hiç boşa geçmedi.”

“...Aslında güzel bir yöntem yani çarşamba günleri beraber hipotezleri yapıyorduk o çok zevkli geçiyordu. Yani o ders çok zevkli geçiyordu. Toplu halde etkileşim vardı yani... Bu yöntem güzel bir yöntem bence çünkü insanı araştırmaya yöneltiyor ve aklında olan sorulara cevap bulmak için yorumlayarak düşünmeyi sağlıyor.”

“...Şöyle bir şeyde var mesela bulmaca çözmeyi seven bir şeye odaklanmayı seven insanlar için mesela bende ilgi uyandırdı. Hani birçok derste öyle ilgili olduğumu aktif olduğumu söyleyebilirmiyim bilmiyorum ama hiçbir derste bu kadar dikkatli dinlemedim. Ama bu derste, acaba cevap neydi, işte cevabı yakalamak adına dinlerken sonucu da otursun diye beklerken daha dikkatli, hani daha bilinçli bir şekilde öğrendim diyebilirim yani şahsım adına.”

Akılda kalıcılık

Öğrencilerin büyük çoğunluğunun (%81) PDÖ ile elde edilen bilgilerin kalıcı olduğu görüşünde hemfikir oldukları görülmektedir. Bununla ilgili olarak öğrencilerin ifadelerine verilebilecek örnekler aşağıdaki gibidir:

“... Etkileşim dolayısıyla fazla olduğundan yani öğrenme daha fazla oluyor daha kalıcı oluyor... Yaşayarak öğrenme diyoruz ya biraz ondan vardı işte onun için daha kalıcı yani düz anlatımdan çok daha etkileyici yöntem.”

“Normal bir anlatım yönteminde siz çıkardınız tahtaya biz dinlerdik ama şimdi biz konuyla iç içe olduğumuz için daha kalıcı bir öğrenme sağladı bence, 6 problem durumu vardı altısı da aklımda. Çünkü biz düşündük, biz araştırdık, biz bulduk, o yönden bayağı faydalı oldu.”

“... Bir kitabı direkt okuduğun zaman o monoton oluyor ama bir problem durumunu araştırırken konuyu öğrenmek daha iyi oluyor yani daha kalıcı oluyor...”

İletişime geçme

Öğrencilerin bir kısmı (%54) iletişim kurma becerilerinin geliştiğini belirtmektedirler. Örnek ifadeler aşağıdaki gibidir:

“...İletişim kurmaya çalışma, iletişim kurmayı öğrendik biz önceden çoğu derslerde gurup oluşturmuştuk ama böyle değildi.”

“... Mesela (PDÖ) suskun olan öğrencilerin katılmasını sağladı hocam. Örneklere daha iyi bakmasını sağladı hocam, grup içerisindeki birliği, fikir alışverişini, fikirlerini karşıya yansıtabilmesini sağladı hocam.”

“Birde ben 3. sınıf öğrencisiyim, yani bu zamana kadar daha bir profesörün yanına gidip de soru sormadım ben. Bu sayede ta fen kimya bölümüne kadar gidip soru sordum hocam. Yani oralara kadar gidip sorduk hocalarımıza.”

Problem çözüme

Bazı öğrenciler (%23) ise aşağıdaki gibi ifadelerle problem çözme becerisi edindiklerini belirtmektedirler.

“...Bir de şöyle var hipotez kuruyorduk, hipotez yani bir sorunun geçici çözüm önerisi, yani sorunların o şekilde hani hipotezler kurarak çözmeye çalıştık onları kolaylaştırdık. Yani hani o şeyi bilim adamlarının yaptıkları gibi yapmaya çalıştık yani o kadar geniş çaplı araştırma deney falan yapmadık ama yani en azından bir yani problemle karşılaştığımız zaman onu çözmek için en başta yapmamız gerekenler işte araştırmamız gerekenler ne, onları çok net bir şekilde gördük.”

Kendi kendine öğrenme

Bazı öğrenciler (%15), PDÖ sayesinde öğrenmede daha aktif olduklarından ve kendi öğrenmelerini kendilerinin planladıklarından bahsetmektedirler. Örnek olarak:

“Yöntemin avantajı, en fazla ezbercilikten kurtuluyoruz. Birebir hani öğretmen anlatıp ta biz almıyoruz. Hani araştırma yapıyoruz hani bilgiye nasıl ulaşıyoruz yani en azından kütüphaneye daha çok gittik bu çalışma sayesinde. Yani tamamen kendi emeğimizle bir şeyler yapmaya çalıştık. Yani birebir öğretmenin verdiğini ezberleyip de gelmedik. Kendimiz çalıştık hani kendimiz emek harcadığımız için daha iyi öğrendik.”

4.4.2.b. Olumsuz yönleri

Sınırlı zaman

Öğrencilerin neredeyse tamamı (%92) PDÖ uygulamalarına ayrılan zaman diliminin az olduğunu ve daha fazla zaman olsaydı daha iyi öğrenebilirdik şeklindeki görüşlerini belirtmişlerdir. Bu ifadelerle örnek olarak:

“... Tartışma süresi bence yeterli değil. Çünkü o ders haricinde orda bireylerin bir araya gelmesi pek mümkün olmuyor ya da o konu üzerine yoğunlaşması pek mümkün olmuyor. Mesela bir saatlik tartışma süresi belki iki saat olsa gerçi hani araştırma dayalı bir çalışma olduğu için yine araştırdıklarımız üzerinde tartışmamız gerekiyor... Yani beraberce düşünülür, farklı fikirler ortaya atılabiliyor.”

“... Hani şuan pek bir şey öğrenemedik bir ders zamandan dolayı belki beş saatlik ders olsa belki çok daha faydalı olabilirdi ama ders saati yetersiz kalıyor, hani çözümü sunduğunuz zaman var ya orası sanki biraz kısa tutuldu yani işte bir saat otuz otuz beş dakika, ayrıntıya çok daha fazla giremedik konularda sanki yüzeysel geçtik gibi oldu... Daha fazla ders saati olan bir ders de bu yöntem uygulansa daha iyi olur.”

“Zaman biraz kısıtlı olduğu için ve problem durumları da biraz bulmaca gibi, tam olarak ne aradığımızı bilmiyoruz bilince de tam sonucunu bulamıyoruz. Zaman biraz daha fazla olsaydı... Zaman kısıtlıydı ve bu rağmen verdiğiniz problem durumları ile ilgili bir sürü kaynağa ulaşabiliyorduk. O bir sürü kaynak içerisinde hani hepsini tarayabilseydik problemin çözümüne tam olarak ulaşabilecektik.”

Yönteme alışkın olmama

Öğrencilerin büyük bir bölümü (%81), PDÖ uygulamalarında karşılaştıkları çalışma sistemine alışkın olmadıklarını, böyle bir sistemin onların eğitim altyapılarıyla çeliştiğini belirtmişlerdir. Örnek olarak:

“Şimdi hocam ülkemizin eğitimi sistemi belli. Yani öğretmen geliyor anlatıyor. Sen o anlatılarını yazıyorsun başka hiçbir şey yok. Öğrencinin hiçbir aktivitesi yok. Ya biz bu zamana kadar böyle geldik herkeste böyle geldi istisnalarda vardır ama... Öyle alışmışız yani hazırcılığa alışmışız. Gidip artık bazı şeyleri araştırıp bulmak, eskisine alıştığımız için zorumuza gidiyor yani. Bu bütün öğrencilerde var yani öyle, sorumluluk aşılammış.”

“... Temelden bu yapılırsa ilkokuldan PDÖ uygulansa şimdiye kadar zorlanmazdık... Yani çoğu zaman hipotez kuruyoruz, sonra bunun konuyla ne

alakası var silin diyoruz, bunun bizim araştıracağımız şeyle bir alakası yok diyoruz... Bence bu sistem ilköğretimden başlaması lazım. Bu sistemi eğitim sistemimizin en başından uygulamamız lazım yoksa bu sistem üniversitede kullanıldığı sürece yama gibi bir şey olur. Verim alınmaz yani. Temelden gelen bir şey olmalı.”

Bununla birlikte öğrenciler, kendi öğrenmelerini planlamada çektikleri zorlukları ve bir araştırmanın nasıl yapılması gerektiği hakkındaki tecrübesizlikleri belirterek öğretmenin, öğrencinin daha aktif olmasını gerektiren bu yeni konumuna alışmadıklarını ifade etmektedirler.

“... Bunun bir sebebi de hocam araştırma yapmayı bilmiyoruz açıkçası ne araştıracağız ya da nerde bulabiliriz, genel hatlarıyla bilmediğimiz için öğrenemeyişimizin sebebi de buydu herhalde.”

“... Neyi araştıracağımızı bize tam anlamıyla, gerçi o zaman bir anlamı da olmayacaktı sürecin ama işte şunu araştırmanız gerekiyor gibi bir şey söyleseniz de hani biz sadece ona yönelsek, yani belki problemin çözümüne dayalı bir şeyler bulabileceğiz. Öğrenmede öğreneceğiz ama biz kek nedir bilmem kek işte nasıl kabarır, onunla uğraştık.”

“... Hani bulmacayı çözmeye çalışmak, parçaları birleştirmek, o yoruyor açıkçası. Alışık olmadığımız bir yöntem olduğu için tabi öncelikle... İlk başta mesela giriş yapılırsa o konulara genel bir bilgi verilse tam anlamıyla biz neyi arayacağımızı bilsek daha iyi olur.”

Grupların yapısı ve yetersiz işbirliği

Öğrencilerin büyük bir bölümü (%77), grupların homojen olmasına gerek olmadığı, arkadaşların bir arada bulunması gerektiği veya başarılarına göre bir ayırım yapılması gerektiği gibi görüşler öne sürmüşlerdir. Bununla beraber PDÖ çalışmaları esnasında grup içerisindeki görev dağılımını tam gerçekleştiremediklerini vurgulamışlar ve çalışmalarda daha aktif olanların daha fazla öğrendikleri görüşü belirtilmişlerdir. Bu görüşlere örnek verecek olursak:

“... Grupları homojen dağıtmak yerine çalışkan yani sorumlu öğrencileri bir yere, o tür bir formatta daha verimli olabilir çünkü aksi taktirde illaki birileri birilerinin sırtına yıkıyor. İşte işimi sıkı tutmalıyım diyen öğrenci işi sıkı tutuyor diğerleri de ha nasıl olsa onlar işi sıkı tutuyor diye yıkıyor bir şekilde. Yani grup işleri her zaman için böyle risklere açık zaten.”

“... Yani onlara (arkadaşlarını kastediyor) ayıp olmasın benim yüzümden onlar kötü notlar almasın diye çalıştım sunum yaptım... Metotta anlaşılan kişilerin olması lazım. Bizim sınıfta elli kişi var elli tanede grup var.”

“... Mesela bir hafta bir arkadaş araştırıyor diğer arkadaşlar pek öğrenemiyor o hafta. Olayın dışında kalıyor. Oturup çalışmaktansa konu araştırmak kalıcı oluyor. Ama sadece araştıran kişiye faydası oluyor herkes katılmıyor. Grupta anlaşmazlık ve sorumsuzluk var... Ama hani grup içerisinde de mesela herkes bir kaynağı araştırmış, taramış olsaydı öyle daha rahat olacaktı. Öyle bir işbölümünü yapamadığımız için zorlaştı işimiz... İşte yani aramızda bir kopukluk vardı...”

“... Biraz önce dediğim gibi işte bir kısmını birimiz bir kısmını birimiz hazırladı. 3-4 hafta beraberce hazırladık. Ama ben kendimin hazırladığı haftalar yanılsımı görebildim. Ama yapmadığım haftalar bilgi sahibi olmadığım için tam bilgi bende tam oturmadı...”

Değerlendirme problemi

Öğrencilerin bir bölümü (%54) değerlendirmenin adaletli olmadığını ve gerçek başarıyı yansıtmayacağını belirtmişlerdir. Bununla ilgili örnek ifadeler şöyledir:

“Yani mesela grupta bir kişi yapmak istiyor ama sadece yapan o oluyor. Başka kimsenin yapmadığını görünce kendisinde yapmıyor. Değerlendirmede birazcık sorun oldu hocam... Şurada verilen notları hiç kimse hak etmedi yani niye herkes geliyor oturuyor. Siz dediniz ama değerlendirmeyeceğim kendinize verdiğiniz notları (kendini ve grup üyelerini değerlendirme notlarını kastediyor) ama o durumlarda değerlendirmeniz lazım.”

“... Ancak işte herkes ayrı ayrı rapor yazsaydı, tabi şu da var her hafta her hafta raporda bunaltabiliyor... Puanlama olarak bence biraz haksızlık oldu. Grup

çalışmasına değil de, İlk haftalar çalışanla çalışmayan belli olmadı hatta haksızlık yapıldı bazılarına. Ondan sonrada millet anladı bu notların önemli olmadığını herkes birbirine not vermeye başladı bir önemi olmadığını görünce.”

“... Artık hani gruptakilerde diyor ki biliyorlar ki tartışmaya katılsam da katılmasam da ben aynı puanı alacam bu yüzden ilgisizlikler oldu ben kendi açımdan konuşayım.”

Eksik bilgi edinme

Bazı öğrenciler (%23) PDÖ sürecinde konu kapsamındaki bütün bilgileri edinemediklerini ve öğrenilmesi gerekenleri tam olarak öğrenemediklerini ifade etmişlerdir. Örnek olarak:

“... Dezavantajlarından biri mesela şu, bunların mesela ısı madde dersinin içeriğini ilgilendiren konuların tamamını tam iyi bir şekilde öğrenmedik gibi geliyor bana... Birde mesela belli bir konu işleyeceğiz siz onu problem merkezli işlemeye çalışıyorsunuz. Bence yani o problemler konunun tamamını kapsamıyor. Sadece bir bölümü, işte sizin anlattıklarınızı da yani tamamlayıcı bilgileri de kaçırsak o zaman faydasız olur yani.”

“... Hocam yani en basitinden, bir entalpi biz lisede hani ÖSS de çıkmadığı için böyle yüzeysel geçmiştik, yani pek fazla ayrıntılı bir bilgi yoktu kendi adıma. Şimdi PDÖ deyince benim aklımda en ince ayrıntısına kadar işlemek onu öğrenmek. Bunlar gelmişti ilk başta benim aklıma. Şimdi bakıyorum bu süreç bitti benim aklımda ben artı hiçbir şey öğrenmedim..”

“... Hocam işte mesela problem durumları verildiğinde çoğu kez ne olabileceğini biz kestiremiyorduk yani. Kesin sonucun ne olduğunu bilmediğimiz için kafamıza da tam yerleşmiyordu. Tam öğrenme gerçekleşmiyordu.”

İletişim problemi

Bazı öğrenciler (%12) sınıf içerisinde iletişim problemi yaşandığını ve bunun işbirliği yapmaya ve dolayısıyla PDÖ’de başarılı olmaya engel teşkil ettiğine yönelik görüşlerini ifade etmişlerdir. Örnek olarak:

“... Bu yöntemi her sınıfa uygulayamazsınız arkadaşlık ilişkilerinin fazla olduğu sınıflarda uygulanabilir. İlköğretimden başlasa belki hepsine uygulanabilir ama bu yama gibi üniversiteden başlasa bu her sınıf için uygulanamaz yani. Yani bizim sınıf herkes ikişerli gruplar halindedir ve kimse kimseyi sevmez. Arkadaşlık bağı yoktur...”

“... Bu güzel bir yöntem ama işte işbirliği olmuyor. İnsanlar birbiriyle çalışmıyor buda o sınıftaki uyumsuzluktan kaynaklanıyor. Yani ben mesela o sınıftaki pek çok insana hala ismiyle hitap edemiyorum. Bir senedir beraber ders almama rağmen. O insanlarla nasıl bir grup oluşturabilirim. Yani işbirlikçi öğrenme, öğrenme adına güzel bir şey belki ama.”

4.5. Gözlem Verilerinin Analizi

4.5.1. Video gözlemleri verilerinin analizi

Öğrencilerin sınıfta, problemlerin çözümü için yaptıkları hazırlık çalışmalarından video kaydı ile elde edilen veriler, Çizelge 4.5.’te sunulmuştur. Bu şekilde yapılan gözlemlerde, öğrencilerin grup çalışmaları esnasında sergilemiş oldukları her bir davranış kaydedilerek frekansları belirlenmiştir. Çizelge 4.5.’te, kaydedilen bu davranışlardan üç ve daha yukarı frekansa sahip olanlara yer verilmiştir. Video kaydı yapılırken bütün grupların çalışmaları yetişmediğinden verilerin analizinde sadece bütünüyle izlenebilen ilk 5 grubun (35 öğrenci) video gözlemleri dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.5. Grup çalışmalarında sergilenen davranışlar

Davranışlar	Öğrenciler																																			F		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
1. El veya mimiklerini kullanma	+		+				+	+	+	+	+			+		+	+	+		+		+	+	+	+		+		+	+	+	+		+	+	+	+	22
2. Problemlerle ilgili görüşlerini açıklama	+		+	+			+	+	+	+	+		+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	27	
3. Grup üyelerine soru sorma								+	+	+	+		+																+								6	
4. Grup üyelerinin açıklamalarını dinleme	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	33	
5. Grubu yönetmeye çalışma								+							+							+								+							4	
6. Problem senaryosunu okuma (kendi kendine)	+							+																						+							3	
7. Grup içinde ikili tartışmalar yapma		+		+	+	+																									+		+		+		7	
8. Çalışma yaprağını yazma				+												+								+				+				+	+				6	
9. Grup üyelerinin fikirlerine katılma	+		+							+	+																				+				+		6	
10. Konu hakkında espriler yapma		+												+											+												3	
11. Çalışma yaprağının doldurulmasına katkıda bulunma	+		+	+	+	+	+		+	+		+	+		+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	27	
12. Kameraca izlendiği hissiyle yapılan davranışlar sergileme		+					+		+		+	+	+												+	+											8	
13. Öğretmene problemle ilgili sorular sorma				+										+		+									+				+								5	
14. Grup üyelerinin görüşlerine itiraz etme											+		+													+							+				4	
15. Kaynaklarla ilgili öğretmenden yardım isteme								+						+				+					+												+		5	
16. Problem senaryosunu dikkatlice dinleyerek anlamaya motive olma	+			+		+	+	+	+	+	+		+	+	+				+										+								13	
17. Pasif dinleyici olma		+								+	+			+						+	+						+			+							8	
18. Grup içi tartışmalara katılma	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	30
19. Notlar alma		+		+						+																						+					4	
20. Problem senaryosunu gruba okuma				+		+				+				+					+				+							+							7	

Genel olarak bakıldığında Çizelge 4.5.'te belirtilen maddeler, grup çalışmalarının beraberinde getirdiği bazı aktif öğrenci davranışlarının (1., 2., 4., 11., 18. maddeler) yüksek frekansta sergilendiğini göstermektedir. Bununla beraber bir kısım öğrencilerin de, yukarıda bahsi geçen temel davranışlarını sergilemedikleri görülmektedir. Bazı öğrencilerin pasif bir tavır sergiledikleri (17. madde), bazılarının ise grup çalışmalarına alışkın olmadıkları ve bireysel hareket etme çabası içerisinde oldukları (6. ve 7. maddeler) gözlenmektedir. Ayrıca öğrencilerin bir bölümünün PDÖ'de öğretmenin rolünü gerçekte olduğundan daha pasif olarak algıladıkları gözlenmektedir (13. ve 15. maddeler).

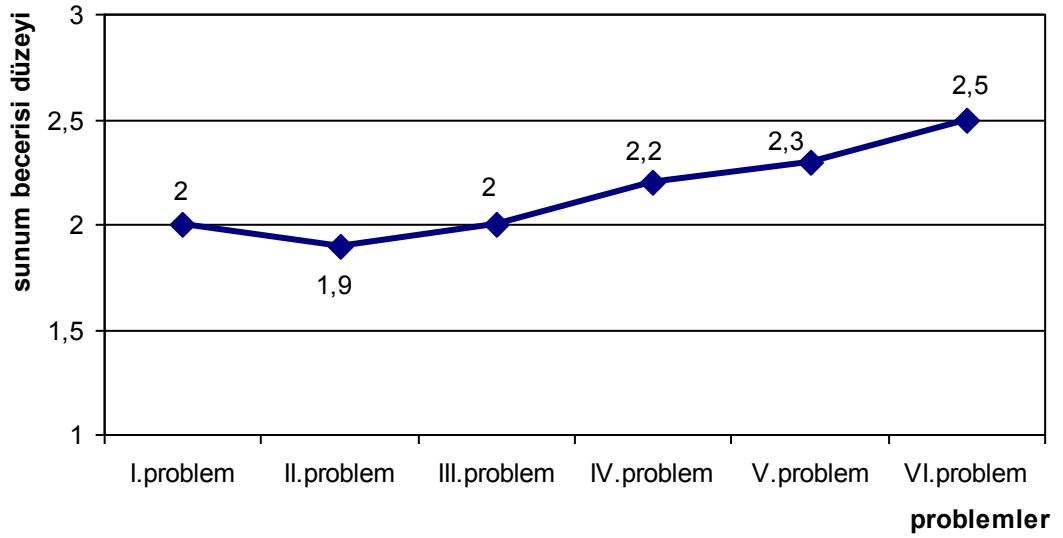
Video gözlemlerinden bir diğeri de, problemlerin muhtemel çözümlerine yönelik öğrenci sunumlarından elde edilen verilerdir. Öğrencilerin yaptıkları sunumlarda sergiledikleri beceriler, Sunu Değerlendirme Ölçeği kullanılarak, bu ölçekte belirlenen maddeler çerçevesinde yeterlilik düzeylerine göre derecelendirilmiştir. Çizelge 4.6.'da her bir öğrenci için söz konusu sunum becerileri dikkate alınarak hesaplanan, sınıfa ait ortalama değerlere yer verilmektedir.

Çizelge 4.6. Sunum becerileri düzeyleri

Araştırma Sonuçlarının Sunumunda Aranan Özellikler	Ortalama
	1: Zayıf 2: Orta 3: Yeterli
1. Sunum yaparken göz teması, ses, mimikler ve görünüme dikkat ederek vücut dilini etkili bir şekilde kullanma	2,1
2. Görüşleri belli bir plan ve mantık silsilesi içerisinde sunma	2,7
3. Sunumu tablo, grafik vb. yardımıyla görselleştirme	1,8
4. Sunum zamanını etkili bir şekilde kullanma	2,8
5. Problemi ve probleme bulunan çözümleri net bir şekilde ifade edip açıklama	2,5
6. Önerdikleri çözümü destekleyici, etkili ve ikna edici bir özet sunma	2,4
7. Dinleyicilerin sorularına açıklayıcı ve kaliteli cevaplar verme	1,8
8. Kullanılan kaynaklar için referans verme	1,0

Çizelge 4.6.'da belirtilen verilerden öğrencilerin, sunum becerilerinin büyük bir bölümünden orta seviyenin üzerinde bir puan aldıkları görülmektedir. Bununla beraber öğrencilerin, sunumlarını görselleştirme, dinleyicilerin sorularını uygun bir şekilde cevaplandırabilme ve kullanılan kaynaklar için referans verme becerilerinde orta seviyenin altında kaldıkları gözlenmiştir.

Şekil 4.2' de öğrencilerin, PDÖ sürecinde altı problem boyunca sunum becerilerinde gözlenen değişim gösterilmektedir. Dikey eksende her bir problem çalışması sonrasında yapılan sunumlar için Çizelge 4.6.'da belirtilen özelliklerin tümünün ortalaması yer almaktadır. Şekle göre öğrencilerin sunum beceri düzeylerinin, genel itibariyle süreç boyunca arttığı görülmektedir.



Şekil 4.2. Sunum becerileri düzeyleri

4.5.2. Öğretmen gözlemleri verilerinin analizi

PDÖ'nin uygulanabilirliği ve öğrencilerin becerileri üzerinde etkileri çerçevesinde öğretmen tarafından yapılan gözlemlerin verileri, aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır. Gözlem verileri gözlem esnasında kaydedildiği şekliyle ve

uygulamanın ilk haftasından son haftasına kadarki zaman sıralamasına dikkat edilerek yazılmıştır.

1. hafta

- ❖ Uygulama öncesinde öğrencilerde büyük bir isteksizlik var. Normal bir ders (geleneksel öğretim metotlarını kasten) işlese olmaz mı hocam, diye soruyorlar.
- ❖ Grup içinde heterojenliğe karşı çıkıyorlar. Grupları kendimiz oluştursak olmaz mı, şeklinde ısrar ediyorlar.
- ❖ Öğrencileri, uygulama öncesinde, grupları kendileri belirlediği takdirde nasıl bir tablo oluşacağını görmek amacıyla yokladım. Bu sınıfta, “kim olursa olsun her arkadaşım ile işbirliği içerisinde grup çalışması yapabilirim” diyen kaç kişi var diye sorduğumda 10 öğrencinin, “grup çalışması yapabileceğim kişi sayısı 5’i geçmez” diyen kaç kişi var diye sorduğumda da yaklaşık 15 öğrencinin el kaldırdığını gözlemledim.
- ❖ Sınıfta olumsuz bir rekabet atmosferi var. Bütün öğrenciler birbirinden bağımsız hareket ediyor. Değerlendirme onların en çok önem verdiği konu gibi gözüküyor.
- ❖ Ders notlarının nasıl verileceği konusunda öğrencilerin tereddütleri var (Bu konuyu soran öğrenci sayısı artınca sınıf ortamında değerlendirme ile ilgili açıklama yaptım).
- ❖ Uygulamadaki sorumluluklarını öğrenince moral seviyeleri düştü.

2. hafta

- ❖ Problemlerin çözümü için uğraşırken öğrendiklerinin farkına varmıyorlar gibi davranıyorlar. Hocam siz hiç konu anlatmayacak mısınız, gibi sorular soruyorlar.
- ❖ Kameraya karşı büyük bir ilgi var.
- ❖ Problemlerin çözümünde hangi bilgi kaynaklarından faydalanacaklarını öğrenmek için çaba sarf etmiyorlar. Bildikleri kaynak türlerini verilen problem için yeterli görüyorlar.
- ❖ Sınıftan birkaç kişi diğer bir probleme geçmeden önce, konuyla ilgili daha çok alıştırmaya niteliğinde sorular çözmek istediklerini ve bu şekildeki bir anlatımın sınavlar için daha iyi olacağı yönündeki düşüncelerini belirttiler.

- ❖ İnternette tarama yapmada yetersizliklere sahipler. Yapılacak işleri aralarında paylaştırırken bu işi bilgisayarla en çok ilgilenen arkadaşlarına veriyorlar. Gruptaki hemen her öğrenci, zor olarak algıladıkları bu işle uğraşmak istemiyor.
- ❖ Bazı gruplar hazırlık çalışmalarını erken bitiriyorlar. Kalan zamanlarda fark ettirmemeye çalışarak problem harici konular konuşuyorlar.

3. hafta

- ❖ Hipotez oluşturmada zorluk çekiyorlar. Genellikle test edemeyecekleri ve teori mahiyetindeki ifadeleri hipotezleri olarak gösteriyorlar (Bu yüzden her bir gruba herhangi bir araştırma kapsamında hipotezin nasıl kurulabileceği ile ilgili örnekler verdim).
- ❖ Ders saati dışında yanıma gelen bazı öğrenciler araştırmalarını yönlendirme konusunda rehberlik isteme yerine buldukları çözüm yollarını anlatarak bunları doğrulamamı bekliyorlar.
- ❖ Birinci problemin uygulaması sonrasında gruplar aldıkları notları öğrendikten sonra aralarındaki rekabette artış gözlemleniyor (Bu gözlem sonraki problemlerde de artarak devam etti).
- ❖ Bir grubun elemanları, senaryoları soru ifadeleri olarak muğlâk bulduklarını ve bunların yerine net soru ifadeleri içeren (çözümü çoğunlukla bir sayı olan konu sonu alıştırmaları vb. gibi) problemlerin olmasının daha iyi olabileceğini belirttiler.

4. hafta

- ❖ Problemlerin çözümünün açıklandığı ders saatlerinde öğrencilerin (yaptıkları araştırmalardan dolayı) kullanılan kavramlara olan aşinalığı öğretmen için anlatımı, konuya az da olsa hâkim olan öğrencilerin de anlamalarını kolaylaştırıyor.
- ❖ Gruplar araştırmalarının büyük bölümünü internet üzerinden yapıyorlar. Hazırlanan raporlardaki kelimesi kelimesine benzer bilgi kümeleri dikkat çekiyor. Farklı kaynaklardaki bilgiler yorumlanmadan öylece alınıyor.
- ❖ Artık kameranın varlığı ile ilgilenmiyorlar. Hatta fark etmedikleri zamanlar bile oluyor.

5. hafta

- ❖ Araştırma raporları ve sunumların hacminin büyük olmasına gayret gösteriyorlar. Konu ile direkt ilgisi olmayan alıntılar göze çarpıyor.
- ❖ Bazı öğrenciler grup çalışmalarına yeterince katılmıyorlar. Çekingen bir tavır sergileyerek daha çok tartışmalardan uzak kalmayı ve dinlemeyi tercih ediyorlar (İki grupta birer öğrenci bu şekilde davranıyor).
- ❖ Problemin sonuçları açıklandığında, gerçek çözüme ulaşabilen gruplarda büyük bir moral ve başarı hissi oluştuğunu gözlemledim. Diğer problemler için grup motivasyonunun arttığı açıkça görülüyor.
- ❖ Bazı gruplar, araştırmanın raporlarını hazırlama işini gruptaki bir kişiye vererek sorumluluktan kaçmaya çalışıyorlar. Raporun kurgulaması işini her hafta bir kişi üstleniyor. Bir grup elamanları bunun için aralarında kura bile çekti.
- ❖ Diğer derslerden de ödev hazırlamaları gerektiği ve zamanlarının olmadığı yönünde serzenişte bulunuyorlar.

6. hafta

- ❖ Grupların çoğu oluşturdukları hipotezlerin doğruluğunu ispatlamaya çalışıyorlar. Ve bu doğrulama işini başarı olarak nitelendiriyorlar.
- ❖ Uygulama öncesinde PDÖ uygulamaları hakkında tanıtımlar yapmama rağmen, uygulama esnasında sınıfa PDÖ ile ilgili olarak önceki tanıtımların aynısı niteliğinde açıklamalar yapma ihtiyacı hissettim.
- ❖ Bazı gruplar uygulama sürecinde sanki öğretmenin olmadığını düşünerek davranışları gerekiyormuş gibi hareket ediyorlar. Yani öğretmenin rehberlik rolünün ve hatta ona soru sorulabileceğinin farkında değil gibiler (Uygulama öncesi PDÖ süreci hakkında bilgilendirme yapmama rağmen bu sebeplerden dolayı yeniden öğretmenin rolünden bahsetmek durumunda kaldım).

7. hafta

- ❖ Bazı öğrenciler, öğretmene çözüm hakkında herhangi bir ipucu koparabilmek düşüncesiyle daha araştırmaya başlamadan sorular soruyorlar. Araştırmalarına

yönelik değil de direkt sonuca yönelik ipuçları istiyorlar. Bu şekilde kolay yoldan sonuca ulaşmaya çalışıyorlar.

- ❖ Kamera çekimlerini yapan kişiye problemin çözümü hakkında danışıyorlar. Kolaycılık düşüncesi ile hareket ederek çaba sarf etmeden sonuca hemen ulaşmak istiyorlar.
- ❖ Hipotezler önceki problemlere göre daha makul bir şekilde dizayn ediliyor.
- ❖ Uygulama başında öğrenciler arasındaki olumsuz rekabet havası yerini gruplar arası olumlu rekabete bırakmış gibi gözüküyor. Grup arkadaşlarıyla birlikte diğer gruplarla mücadele halindedir.

8. hafta

- ❖ Öğrenciler sınavla ilgili olarak “Sınav problem senaryolarından mı yoksa bu senaryolarda geçen kavramlar hakkında mı olacak? Geriye kalan konulardan sorumlu muyuz? Gibi sorular soruyorlar (İlk haftadan itibaren birçok öğrenci bu soruları sorunca toplu bir açıklama yapma gereği duydum).
- ❖ Bazı öğrenciler, problemlerin çözümlerini araştırırken çok fazla çaba sarf ettiklerini ve dersten alacakları notlara başarı testinden daha çok araştırma için gösterdikleri gayretlerin yansıtılması gerektiğini belirttiler. Uygulama sonunda yapılacak çoktan seçmeli veya açık uçlu sorulardan oluşan bir sınavın kendilerini tam olarak değerlendiremeyeceğini düşünüyorlar.
- ❖ Uygulama bittikten sonra öğrenciler PDÖ sistemine alıştıklarını ve böylesi bir ders uygulamasının daha heyecan verici olduğunu, diğer ders formatları gibi sıkıcı olmadığını belirttiler.

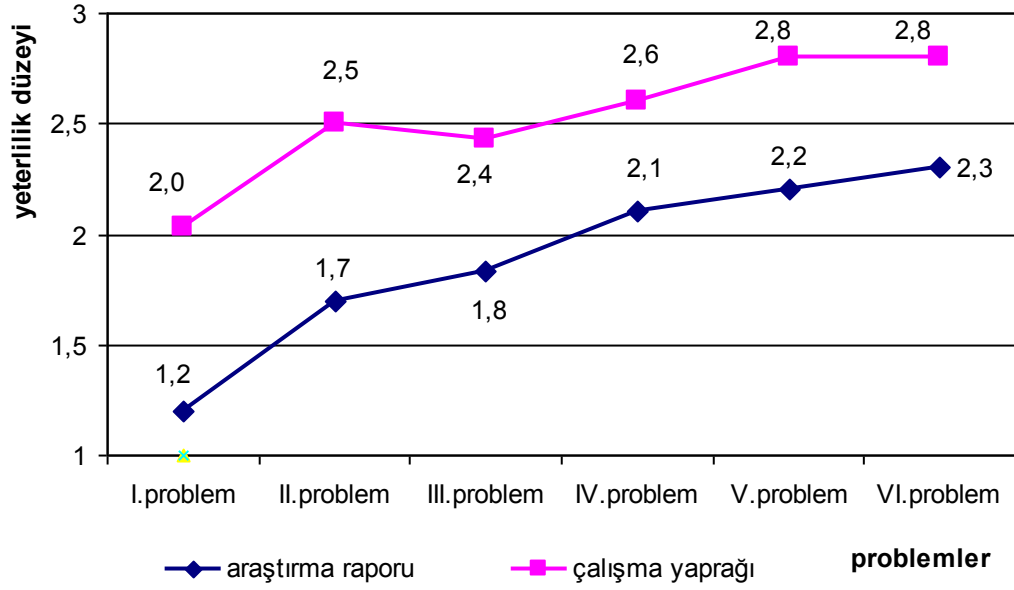
4.6. Portfolyo Değerlendirme Verilerinin Analizi

Öğrencilerin araştırmalarını raporlaştırma becerileri ve çalışma yaprağı yardımıyla kendi kendine öğrenme becerilerine ilişkin yapılan doküman analizi ile elde edilen veriler Çizelge 4.7.’de belirtilmektedir. Veriler Zayıf, Orta ve Yeterli şeklinde 1’den 3’e kadar derecelendirilmiştir. Çizelge 4.7.’de her bir problem durumu çalışması için sınıfın söz konusu becerilerden aldıkları ortalama puanlar verilmiştir.

Çizelge 4.7. Öğrencilerin araştırma raporu ve çalışma yapraklarını hazırlama becerileri düzeyleri

Araştırmanın Raporlaştırılmasında Aranılan Özellikler	Ortalama 1: Zayıf 2: Orta 3: Yeterli
1. Araştırma raporunun; başlık, özet, giriş, yöntem, bulgular, tartışma ve yorum, kaynakça ve ekler bölümlerinin oluşturulması	1,8
2. Problemin tanımının açık ve net bir şekilde yapılması	2,0
3. Araştırmanın amacının belirgin bir şekilde ifade edilmesi	1,7
4. Araştırmada kullanılan metotların belirtilmesi	1,9
5. Elde edilen verilerin uygun bir şekilde analiz edilerek tablo, grafik, vb. ile belirtilmesi	1,6
6. Sonuçların net bir şekilde ifade edilmesi ve yorumlanması	1,8
7. Kullanılan kaynaklar için referansların kaynakça bölümünde belirtilmesi	2,5
Çalışma Yapağında Aranılan Özellikler	
1. Problem hakkında bilinenlerin maddeler halinde belirtilmesi	3,0
2. Çözüme ulaşmada gerekli olacak öğrenme konularının belirlenmesi	2,9
3. Gerekli bilgilere ulaşma yol ve kaynaklarının tespit edilmesi	1,7
4. Çözüme yönelik hipotezlerin üretilmesi	2,5

Çizelge 4.7.'de belirtilen verilerden öğrencilerin, araştırmayı raporlaştırma ve kendi kendine öğrenme becerilerinden genel itibariyle orta seviyede puanlar aldıkları görülmektedir. Bununla beraber Şekil 4.3' de PDÖ sürecinde altı problem boyunca, öğrencilerin araştırmayı raporlaştırma becerileri ve çalışma yapağı yardımıyla kendi kendine öğrenme becerilerinde gözlenen değişim gösterilmektedir. Dikey ekseninde her bir problem çalışması sonrasında yapılan araştırma raporları ve çalışma yaprakları için Çizelge 4.7.'de belirtilen özelliklerin ortalaması yer almaktadır. Şekle göre öğrencilerin her iki beceri düzeylerinin de, süreç boyunca arttığı görülmektedir.



Şekil 4.3. Öğrencilerin araştırma raporu ve çalışma yapraklarını hazırlama becerileri düzeyleri

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu bölümde araştırma bulgularına yönelik yorum ve tartışmalara yer verilmektedir. Yapılan değerlendirmeler, araştırma sorularının kapsamı temelinde dört başlık halinde sunulmaktadır. Bununla birlikte daha sonra yapılacak çalışmalarda araştırmacılar için kaynak olabilecek ve eğitim faaliyetlerinin düzenlenmesinde özellikle fen eğitimcilerine faydalı olacağı düşünülen bir takım öneriler de yer almaktadır.

5.1. Akademik Başarı

Araştırmadan elde edilen bulgular PDÖ'nin akademik başarıyı artırdığını ortaya koymaktadır. Akademik Başarı Testi verilerinin analizi ön ve son testler arasında istatistikî olarak anlamlı bir farklılığın ($p < 0,05$) olduğunu göstermektedir. Bu verilere göre PDÖ süreci sonunda akademik başarı ortalamasının, başlangıçtaki iki katından daha büyük bir değere ulaştığı görülmektedir (\bar{X} ön=34,72, \bar{X} son=74,08). Bu sonuç, yine fen dersleri çerçevesinde, Williams (2001), Şenocak (2005), Sungur vd. (2006), Tavukcu (2006), Bayrak (2007), Akınoğlu ve Tandoğan (2007) ve Açıkyıldız (2004) tarafından yapılan ve PDÖ'yi esas alan deneysel çalışmalarla da örtüşmektedir. Bunun yanında kavramsal öğrenmeyle ilişkili olarak yapılan mülakatlarda, öğrencilerin çoğunluğunun konu ile ilgili doğru kavramsal anlayışlara sahip oldukları, yani kavramsal öğrenmenin büyük oranda gerçekleştiği görülmüştür. Hem mülakat verileri hem de kavramsal öğrenmeyi irdeleyen sorulardan oluşan bilgi testinin verileri, PDÖ'nin öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmaya ait bir diğer bulgu ise PDÖ'nin kazanılan bilgilerin akılda kalıcılığını artırıyor olmasıdır. Öğrencilerin büyük bir bölümü (%81) bu yönde görüş belirtmişlerdir.

“... Etkileşim dolayısıyla fazla olduğundan... yaşayarak öğrenme diyoruz ya biraz ondan... yani daha kalıcı oluyor... Normal bir anlatım yönteminde siz çıkardınız

tahtaya biz dinlerdik ama şimdi biz konuyla iç içe olduğumuz için daha kalıcı bir öğrenme sağladı bence, 6 problem durumu vardı altısı da aklımda. Çünkü biz düşündük, biz araştırdık, biz bulduk ...”

Yukarıda, akılda kalıcılığa yönelik olarak mülakat verilerinden seçilmiş bazı ifadeler bir arada verilmiştir. Bu ifadelerden hareketle PDÖ ile elde edilen bilgilerin daha kalıcı oluşu, öğrencilerin öğrenme aktivitelerini günlük hayatlarının bir parçası haline getirmelerine bağlanabilir. Ayrıca öğrencilerin, bilgilerin akılda kalıcılığını PDÖ sürecinde sosyal etkileşimin daha çok oluşuyla açıklamaları dikkat çekicidir. Bu bulgular, öğrenilecek konularla hem zihinsel hem de bedensel olarak bizzat meşgul olmanın ve öğrenme işini başkaları ile paylaşarak çözüm için iletişime geçmenin önemini ortaya koymaktadır. His ve düşüncelere daha çok hitap eden ve çevre enstrümanları ile daha fazla etkileşim, daha kalıcı öğrenmelere yol açmaktadır.

Bu sonuç yapılandırmacılık felsefesi ile de örtüşmektedir. Anlamanın çevre ile etkileşim sonucu gerçekleştiğini savunan yapılandırmacılık, bilginin öğrencilerin sosyal durumları müzakere etmesi ve kendi anlamalarını değerlendirmeleri sonucu gerçekleştiğini öne sürer (Savin-Baden and Major 2004). Yapılandırmacılık felsefesi, bizim hislerimizin, algılarımızın ve bilgilerimizin zihnimiz dışında mevcut olmayacağı varsayımına dayanır. Yeni bilgi, kişilerin kendi içlerinde ve onların deneyimleri ile ilişkili bir şekilde yapılandırılır (Hendry *et al.* 1999). PDÖ'nin içerdiği işbirliği, grup çalışması, araştırma ve bilgi kaynaklarına ulaşma basamakları, sosyal etkileşimi gerektiren ve öğrencilerin daha fazla aktif olmalarını sağlayan faktörler olduğu için bu bakımdan öğrenilenlerin akılda kalıcılığını destekleyen bir yaklaşım olduğu açıktır. Araştırmanın bu bulgusu literatürde (Norman and Schmidt 1992; Ward and Lee 2002) PDÖ'nin kazanılan bilgilerin akılda kalıcılığını artırdığını ifade eden çalışmaları da destekler mahiyettedir.

Araştırmada nitel ölçümlerden elde edilen bulgular, PDÖ'nin fen derslerinde akademik başarıya olan pozitif katkısına dair literatürdeki çalışmalara (Williams 2001; Açıkyıldız 2004; Şenocak 2005; Sungur vd. 2006; Tavukcu 2006; Bayrak 2007; Akınoğlu ve Tandoğan 2007) zıt olan bazı sonuçları ortaya çıkarmıştır. Yapılan mülakatlarda

öğrencilerin bir bölümü, kendileri için tam öğrenmenin gerçekleşmediğini, bazı kavramların tam oturmadığını ve problemlerin konuyu tam kapsamadığı için eksik bilgi edindiklerini belirtmişlerdir. Diğer taraftan yine mülakat verilerinde, bazı öğrencilerin hemen her kavram hakkında net bir görüşe sahip olmadıkları ve entalpi ve hal fonksiyonu gibi diğerlerine nispeten daha zor olan kavramları anlamada güçlük çektikleri ve bir kısım yanılgılara sahip oldukları belirlenmiştir. Bu verilere paralel olarak Benta *et al.* (2000)'in yaptıkları araştırmalarında öğrencilerle yaptıkları mülakatlarda PDÖ öğrencilerinin nispeten daha az öğrendiklerini belirtmişlerdir. (Uden and Beaumont 2006). Sınıf çoğunluğunu oluşturma da bazı öğrencilerin tam öğrenemediklerini düşünmeleri veya eksik kavramsal anlamalara sahip oluşlarının sebeplerinden birisi, PDÖ'ye yabancı olmaları ve dolayısıyla geleneksel yöntemlerde alışkın oldukları öğrenme yollarını takip etmeyişleri olabilir. Çünkü hem mülakatlarda hem de gözlemlerde, öğrencilerin PDÖ için gerekli becerilere sahip olmadıklarına ve daha önce kullanmadıkları bu yönteme yabancılıklarından ötürü yöntemde geçen faaliyetlere de direnç gösterdiklerine dair veriler elde edilmiştir. Bir diğer sebep ise, PDÖ aktiviteleri için gereken zamanın sınırlılığı olabilir. Çünkü mülakat verilerinden, öğrencilerin çoğunluğunun zamanın sınırlı oluşundan şikâyet ettikleri anlaşılmaktadır.

5.2. Öğrenci Becerileri

Araştırma bulgularına göre PDÖ'nin en önemli avantajlarından birisi, öğrenci beceri düzeylerine olan katkısıdır. PDÖ sürecinde öğrencilerin; bilimsel işlem becerileri, grupla ve işbirliği içerisinde çalışma becerileri, iletişim kurma becerileri, bilgi kaynaklarını kullanma becerileri, problem çözme becerileri, kendi kendine öğrenme becerileri, sunum becerileri ve araştırmayı raporlaştırma beceri düzeylerinde artışların olduğu, hem yapılan testlerde, hem de mülakat, gözlem ve doküman incelemelerinde elde edilen verilerin ortak sonucudur. Bilimsel İşlem Beceri Testi verilerinin analizi ön ve son testler arasında istatistikî olarak anlamlı bir farklılığın ($p < 0,05$) olduğunu göstermektedir. Bu verilere göre PDÖ süreci sonunda bilimsel işlem beceri ortalamasının başlangıçtakinden, az da olsa daha büyük bir değere ulaştığı görülmektedir ($\bar{X}_{\text{ön}}=25,31$, $\bar{X}_{\text{son}}=27,17$). Bununla beraber araştırma raporları

üzerinde yapılan doküman incelemeleri, araştırmayı raporlaştırma becerilerinde (Şekil 4.3.) ve sunumlar için yapılan video gözlemlerinin analizleri araştırmayı sunum becerilerinde (Şekil 4.2.) PDÖ süreci boyunca gözle görülür bir artışın gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

Araştırma bulguları PDÖ'nin öğrencilerin grup halinde ve işbirliği içerisinde çalışma becerilerini de geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Mülakata katılan öğrencilerin büyük çoğunluğu (%88) bu yönde görüşlerini belirtmişlerdir.

“...Bir grup olarak çalışmayı öğrendik... birlikte çalışmayı... yani mesela paylaşım, konuları dağıtma, paylaşma... Alış veriş yani bir gurup içindeki yani başka insanlarla çalışmayı öğrendik... Bu grupta biraz daha böyle hani etkileşim biraz daha fazlaydı, hani tartışıyorduk bir ders boyunca bir konu üzerinde yoğunlaşmıştık herkes bir fikir ortaya atıyordu... Bence yani iyi tarafı grup sorumluluğuydu... Yani konuyu o kadar özümsemiştim ki mesela 3-4 sayfa yazmış onun tamamını kafamda şekillendirmiş... Çünkü yani özümsemiştim, işte herkes grup sorumluluğuyla özenle çalıştı, şey olsa o kadar özen göstermezdim, bireysel bir şey olsaydı.”

Yukarıda, grup halinde ve işbirliği içerisinde çalışmaya yönelik olarak mülakat verilerinden seçilmiş bazı ifadeler bir arada verilmiştir. Bu ifadelerden öğrencilerin grup halinde ve işbirliği içerisinde çalışma becerilerinin geliştiği açıkça görülmektedir. Grup çalışmalarının öğrencilerin motivasyonlarına pozitif etkide bulunduğu anlaşılan PDÖ sürecinde, kazanılan grup sorumluluğunun da öğrenmede itici bir güç sağladığı görülmektedir. Bununla beraber video gözlemleri, “el ve mimikleri kullanma”, “problemlerle ilgili görüşlerini açıklama”, “grup üyelerinin açıklamalarını dinleme”, “çalışma yaprağının doldurulmasına katkıda bulunma” ve “grup içi tartışmalara katılma” gibi grup çalışmalarında görülmesi beklenen davranışların yüksek frekansta sergilendiğini göstermektedir (Çizelge 4.5.).

Araştırma bulguları PDÖ sürecince geliştiği gözlenen bir diğer becerinin iletişim kurma becerisi olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin bir bölümü (%54) mülakat ifadelerinde bu bulguyu destekler mahiyette görüşlerini belirtmişlerdir.

“...İletişim kurmaya çalışma, iletişim kurmayı öğrendik... Mesela (PDÖ) suskun olan öğrencilerin katılmasını sağladı hocam... Grup içerisindeki fikir alışverişini, fikirlerini karşıya yansıtabilmesini sağladı hocam... Birde ben 3. sınıf öğrencisiyim, yani bu zamana kadar daha bir profesörün yanına gidip de soru sormadım ben. Bu sayede ta Fen Kimya bölümüne kadar gidip soru sordum hocam. Yani oralara kadar gidip sorduk hocalarımıza.”

Bu verilerden, öğrencilerin PDÖ sürecinde yaşadıkları iletişim deneyimleri ile bu becerilerini geliştirdikleri görülmektedir. Öğrencilerin arkadaşları ile fikirlerini paylaşabilmeyi, onların fikirlerini dinlemeyi ve bilgi kaynaklarına ulaşmada kişisel kaynakları kullanmayı öğrendikleri anlaşılmaktadır. Ayrıca yapılandırmacı öğrenme ortamı anketi verileri öğrencilerin öğrenme ortamını iletişim kurmayı öğrenme açısından yeterli düzeyde (1-5 arası derecelendirilmedi, Gerçekleşme Sıklığı=4,4) bulduklarını göstermektedir (Şekil 4.1.). Bu bulgulardan hareketle PDÖ ortamının iletişimi destekleyen bir mahiyete sahip olduğu söylenebilir.

Araştırma bulguları PDÖ sürecinin ayrıca öğrencilerin bilgi kaynaklarını kullanma becerilerini geliştirdiğini göstermiştir. Mülakata katılan öğrencilerin neredeyse tamamı (%96) bu yönde görüşlerini belirtmişlerdir.

“... Bunda mesela kütüphaneyi kullanmayı, öğretim görevlilerini, interneti işte bunları çok iyi kavradık... Nasıl tarama yapacağımızı öğrendik... Mesela bir şofben (problemi), daha sonra mekanizmalara geçtik, aletlere, onları mesela olduğu yerden öğrenmek daha iyi. Şofbeni makine mühendisliğine gittik sorduk... En son vermiş olduğunuz konuda mesela kimya mühendisliğine gittik, sağ olsunlar profesörler dahi yardımcı olmaya çalıştılar...”

Yukarıdaki mülakatlarda da görüldüğü gibi öğrencilerin bilgiye ulaşma adına internet kütüphane ve kişisel kaynakları kullandıkları ve PDÖ ile bu yönde bir motivasyon kazandıkları anlaşılmaktadır.

Araştırma bulguları ayrıca PDÖ'nin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Öğrencilerin bir kısmı (%23) mülakat ifadeleriyle bu bulguyu desteklemişlerdir.

“...Bir de şöyle var hipotez kuruyorduk, hipotez yani bir sorunun geçici çözüm önerisi, yani sorunların o şekilde hani hipotezler kurarak çözmeye çalıştık onları kolaylaştırdık. Yani hani o şeyi bilim adamlarının yaptıkları gibi yapmaya çalıştık... Yani en azından bir yani problemle karşılaştığımız zaman onu çözmek için en başta yapmamız gerekenler işte araştırmamız gerekenler ne, onları çok net bir şekilde gördük.”

Yukarıdaki ifadelerden öğrencilerin, bir problemin çözümünün nasıl olacağı konusunda bilgi sahibi oldukları anlaşılmaktadır. Öğrenciler çözüme hipotez kurarak başlayıp sonrasında gereken problem çözüm basamaklarını takip edebildiklerini dolayısıyla araştırma sürecini bilim adamlarının yaptığı gibi idare edebilecek becerileri kazandıklarını belirtmektedirler.

Araştırmadan elde edilen verilere dayanarak PDÖ'nin öğrencilere kendi kendine öğrenme becerileri kazandırdığını söyleyebiliriz. Bu bulgu öğrencilerin bir kısmı tarafından da (%15) mülakatlarda belirtilmiştir.

“... Birebir hani öğretmen anlatıp ta biz almıyoruz. Hani araştırma yapıyoruz hani bilgiye nasıl ulaşıyoruz... Yani tamamen kendi emeğimizle bir şeyler yapmaya çalıştık. Yani birebir öğretmenin verdiği ezberleyip de gelmedik. Kendimiz çalıştık hani kendimiz emek harcadığımız için daha iyi öğrendik.”

Yukarıdaki verilerde öğrenciler, kendi araştırmalarını kendileri yapabildiklerini ve bilgiyi öğretmenden almak yerine ona kendi gayretleri ile ulaştıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışma yapraklarının verileri de öğrencilerin bu yönde beceriler geliştirdiklerini göstermiştir. Çalışma yaprakları üzerinde yapılan doküman incelemeleri PDÖ süreci boyunca kendi kendine öğrenme becerileri düzeylerinde (Şekil 4.3.) artışın olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonucu destekleyen bir diğer bulgu ise Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Anketi verilerinden elde edilmiştir. Öğrenciler bu ankete verdikleri cevaplarda öğrenme ortamını, öğrenmeyi öğrenme açısından yeterli düzeyde (1-5 arası derecelendirmede, Gerçekleşme Sıklığı=3,5) bulduklarını belirtmişlerdir (Şekil 4.1.). PDÖ sürecinde öğrencilerden; problemi tanımlama, hipotez kurma ve test etme, araştırma, bilgi kaynaklarına ulaşma, elde edilen verileri sentezleme, muhtemel çözüm önerileri hazırlama, raporlaştırma ve sunma şeklinde basamakların yer aldığı bir çalışma

prensibini takip etmeleri istenmektedir. Böylesi bir pratik zamanla onlarda bir beceri haline geldiğinden dolayı artık öğrencilere söz konusu öğrenme sürecini nasıl takip edeceklerini belirtmeye ihtiyaç kalmamaktadır. Öğrenciler kazandıkları bu becerilerle kendi öğrenmelerini planlayabilir hale gelmektedirler. PDÖ bu yönüyle öğrencilere iyi bir pratik yapma imkânı tanımaktadır.

Bu sonuç, literatürde bu yönde yapılan çalışmaları destekler mahiyettedir (Williams 2001; Kaptan ve Korkmaz 2002; Visser 2002; Dochy *et al.* 2003; Açıkıldız 2004; Şenocak 2005; Yaman ve Yalçın 2005b; Sungur ve Tekkaya 2006; Tavukcu 2006; Bayrak 2007). Bir PDÖ uygulamasında başarı ancak yukarıda belirtilen becerilerin bileşimi ile mümkün olmaktadır. Araştırmadan elde edilen veriler bahsi geçen becerilerin uygulama süresi sonunda başlangıca göre daha yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, öğrenci becerilerinin ancak bu becerilerin pratiğe döküldüğü bir süreç boyunca gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır.

5.3. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı

Araştırmanın diğer bir kayda değer bulgusu, yapılandırmacı öğrenme ortamına olan pozitif katkısıdır. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Anketi ile elde edilen bu sonuç, öğrencilerin öğrenme ortamı hakkında; dünya hakkında öğrenmeleri, bilim hakkında öğrenme, düşündüklerini söylemeyi öğrenme, öğrenmeyi öğrenme ve iletişim kurmayı öğrenme gibi maddeler üzerinden yaptıkları değerlendirmenin bir ürünüdür. Bununla birlikte mülakat ve gözlem verilerinin de bu sonucu destekler mahiyette olduğu görülmektedir. Grup çalışmaları için yapılan gözlem verilerinden “Problemlerle ilgili görüşlerini açıklama” davranışının, öğrencilerin neredeyse tamamı tarafından sergilenmesi (Çizelge 4.5.) öğrenme ortamının, öğrencilerin düşüncelerini söylemeye teşvik eder nitelikte olduğunun bir göstergesidir.

“... Mesela (PDÖ) suskun olan öğrencilerin katılmasını sağladı hocam... Grup içerisindeki fikir alışverişini, fikirlerini karşıya yansıtabilmesini sağladı hocam...”

Yukarıdaki mülakat verisi de yine öğrencilerin düşüncelerini paylaşabildikleri ve iletişim kurmaya müsait bir öğrenme ortamını işaret etmektedir. Bununla birlikte

mülakat verilerinden öğrencilerin kendi kendilerine öğrenmeyi gerçekleştirdikleri görülmektedir.

“... Birebir hani öğretmen anlatıp ta biz almıyoruz. Hani araştırma yapıyoruz hani bilgiye nasıl ulaşıyoruz... Yani tamamen kendi emeğimizle bir şeyler yapmaya çalıştık. Yani birebir öğretmenin verdiği ezberleyip de gelmedik. Kendimiz çalıştık hani kendimiz emek harcadığımız için daha iyi öğrendik.”

Yukarıdaki ifadelerden öğrencilerin araştırma yapma ve bilgiye ulaşma gibi aktiviteleri kendilerinin organize ettikleri ve dolayısıyla öğrenmenin çoğunlukla kendi gayretleri sonucunda gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Buradan hareketle PDÖ ortamının öğrencilerin, öğrenmeyi öğrenmelerine müsait bir atmosfer olduğu söylenebilir. PDÖ'nin yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir öğrenme ortamı meydana getirdiğine yönelik bu bulgular, literatürde (Ronis 2001; Pelech 2006; Uden and Beaumont 2006) teorik olarak desteklense de deneysel çalışmalarda somut bir şekilde ve yeterince ele alınmamıştır. Dolayısıyla araştırmamızdaki bu bulgunun literatürdeki böylesi bir boşluğu da dolduracağı açıktır.

5.4. PDÖ'nin Uygulanabilirliği

Araştırma verileri, PDÖ'nin öğrencilerin öğrenmeye karşı motivasyonlarında ve derse karşı tutumlarında olumlu gelişmeler sağladığını ortaya koymaktadır. Hem mülakat hem de gözlemlerden PDÖ'ye ilişkin bu yönde veriler sağlanmaktadır.

“... Ders sıkmadı 3 saat mesela sadece 3 saat ders işlesek (anlatıma dayalı) dolu dolu bize çok sıkıcı geliyordu ama şimdi sıkıcı gelmiyor hem hevesli olduk hem çalıştık... Yani çarşamba günleri beraber hipotezleri yapıyorduk o çok zevkli geçiyordu... Toplu halde etkileşim vardı yani... Bu yöntem güzel bir yöntem bence çünkü insanı araştırmaya yöneltiyor ve aklında olan sorulara cevap bulmak için yorumlayarak düşünmeyi sağlıyor... Hiçbir derste bu kadar dikkatli dinlemedim. Ama bu derste, acaba cevap neydi, işte cevabı yakalamak adına dinlerken sonucu da otursun diye beklerken daha dikkatli, hani daha bilinçli bir şekilde öğrendim diyebilirim ...”

Yukarıdaki gibi mülakat verilerinde öğrencilerin büyük bir bölümü (%85) PDÖ ile işlenen derslerin oldukça zevkli geçtiğinden yapılan aktivitelerde bakımından tatmin olduklarından bahsetmektedirler. Bu ifadelerden öğrencilerin derse karşı arzu ve istek duydukları, daha dikkatli ve bilinçli birer öğrenen oldukları ve bu konuda yüksek bir motivasyona sahip oldukları anlaşılmaktadır. Grup halinde ve etkileşimli bir ortamda çalışmaları onların PDÖ'deki öğrenme aktivitelerinde, sorumluluğu paylaşmalarına ve dolayısıyla dersle ilgili kaygılarını en aza indirmelerine sebep olmuş olabilir. Çünkü öğrenciler yukarıdaki gibi derse karşı tutumlarını ifade ettikleri cümleleri arasında; grup halinde, etkileşim ve beraberce gibi ifadeleri kullanmaktadırlar. Ayrıca yukarıdaki ifadelerden problem senaryolarının öğrencilerde ilgi ve merak uyandırdığı, dolayısıyla öğrenmeye karşı motive ettiği anlaşılmaktadır. Araştırma yapmak ve topladıkları verileri kendi yorumlamalarıyla derlemek onlarda büyük bir heyecan uyandırmıştır.

Diğer taraftan grup çalışmaları üzerinde yapılan gözlemlerde; “probleme ilgili görüşlerini açıklama”, “çalışma yaprağının doldurulmasına katkıda bulunma” ve “grup içi tartışmalara katılma” gibi davranışların frekanslarının büyük olması da (Çizelge 4.5.) yine öğrencilerin derse karşı tutumlarının ve motivasyonlarının bir göstergesidir. Çünkü bunlar öğrencilerin daha fazla aktif olmasını dolayısıyla yüksek motivasyonu ve pozitif tutumu gerektiren davranışlardır. Bunun yanında aşağıda belirtilen, öğretmen tarafından yapılan gözlem verilerinden de yine benzer sonuca ulaşılabilir.

- ❖ Uygulama öncesinde öğrencilerde büyük bir isteksizlik var. Normal bir ders (geleneksel öğretim metotlarını kasten) işlese olmaz mı hocam, diye soruyorlar (1. hafta gözlemi).
- ❖ Uygulamadaki sorumluluklarını öğrenince moral seviyeleri düştü (1. hafta gözlemi).
- ❖ Problemin sonuçları açıklandığında, gerçek çözüme ulaşabilen gruplarda büyük bir moral ve başarı hissi oluştuğunu gözlemlerdim. Diğer problemler için grup motivasyonunun arttığı açıkça görülüyor (5. hafta gözlemi).
- ❖ Uygulama bittikten sonra öğrenciler PDÖ sistemine alıştıklarını ve böylesi bir ders uygulamasının daha heyecan verici olduğunu, diğer ders formatları gibi sıkıcı olmadığını belirttiler (8. hafta gözlemi).

Yukarıdaki gözlemlerden öğrencilerin derse karşı tutum ve motivasyonlarında zamanla pozitif yönde bir değişimin olduğu anlaşılmaktadır. Gözlemlerde problemin doğru çözümüne ulaşmanın öğrencilerde meydana getirdiği olumlu havadan bahsedilmektedir. Bunun yanı sıra sergilenen takım çalışmasının verimli bir sonuca ulaştırması da yine öğrencilerdeki yüksek motivasyon ve pozitif tutumun sebepleri arasında yer alabilir. Gözlemlerden PDÖ'deki aktivitelerin öğrencilerin alışagelmış olduğu ders formatından daha zengin oluşunun öğrencilerde pozitif bir tutum ve heyecan uyandırdığı anlaşılmaktadır. Araştırmanın bu bulgusu, PDÖ'nin öğrencilerin motivasyonunu artırdığını ve pozitif tutum sağladığını belirten literatürü (Hsu 1999; Duch *et al.* 2001; Kayalı vd. 2002; Sonmez and Lee 2003) destekler mahiyettedir.

Bir diğer araştırma bulgusu PDÖ'nin, iletişim kurmada güçlük çeken öğrenciler için bir dezavantaja sahip olmasıdır. Bu öğrenciler, grup çalışmalarından uzak kalarak bireysel çalışmaları tercih etmektedirler. Grup arkadaşları ile iletişime geçmekten çekinen öğrenciler, problemle ilgili yapılan tartışmalara katılmak yerine bir kenarda pasif tavırlar sergilemektedirler. Sosyal etkileşimleri zayıf olan öğrenciler PDÖ uygulamaları için bir engel teşkil etmektedir. Çünkü böylesi bir durum, onların arkadaşları ile bilgi alışverişinde bulunmaları, grup oluşturmaları ve grup halinde işbirliği ile çalışmaları, faydalı tartışmalara katılmaları, diğer grup üyelerini dinleyerek olumlu bir şekilde tepki vermeleri, uygun çözümlere katılmaları ve uygun görmediklerine itiraz edebilmeleri gibi öğrenme sürecinde önemli rol oynayan davranışlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Öğrencilerin bir kısmı (%12) mülakatlarda iletişime geçme problemi ile ilgili görüşlerini ifade etmişlerdir.

“...Yani bizim sınıf herkes ikişerli gruplar halindedir ve kimse kimseyi sevmez. Arkadaşlık bağı yoktur... Bu güzel bir yöntem ama işte işbirliği olmuyor. İnsanlar birbiriyle çalışmıyor buda o sınıftaki uyumsuzluktan kaynaklanıyor. Yani ben mesela o sınıftaki pek çok insana hala ismiyle hitap edemiyorum. Bir senedir beraber ders almama rağmen. O insanlarla nasıl bir grup oluşturabilirim.”

Yukarıda ifadeleri bulunan öğrencilerinde belirttiği gibi sınıf içi iletişimin başarısız olduğu durumların; işbirliğine gitme, bilgi alışverişinde bulunma ve hatta grup oluşturmada problem oluşturacağı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla eğitim geçmişlerinde

iletişim becerileri gelişmemiş veya özellikle çekingen bir kişiliğe sahip olan öğrenciler PDÖ ortamından yeterince faydalanamadıkları gibi PDÖ çalışmalarına da olumsuz tesir etmektedirler. Bu sonuç, kendilerine güvenleri zayıf ve aşırı derecede nazik olan toplumlarda PDÖ'nin biraz daha fazla dezavantaja sahip olabileceğini belirten Kwan (2000)'ın görüşleri ile de örtüşmektedir. Diğer taraftan PDÖ'nin öğrencilerin iletişim kurma becerilerini artırdığına yönelik veriler de bulunmaktadır. Daha öncede belirtildiği gibi, mülakata katılan öğrencilerin yarıya yakın bir bölümü (%54) iletişim becerilerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Öğrenciler bu ifadelerinde PDÖ süreci ile birlikte iletişim kurma becerilerindeki gelişmeyi açıkça ortaya koymuşlardır. Arkadaşları ile fikir alışverişinde bulunmaları, düşüncelerini ifade etmeleri, pasif olanların iletişimde aktive olmaları ve bilgi kaynakları için iletişime geçmedeki motivasyonları, öğrencilerin iletişim konusunda PDÖ sürecinden kârlı çıktıklarını göstermiştir. Dolayısıyla iletişime geçme konusunda öğrencilerin sahip olduğu bu eksiklikler PDÖ açısından bir dezavantaj teşkil etse de bu durumun yalnızca PDÖ sürecinin başlangıç safhasında söz konusu olduğu anlaşılmaktadır. Topyekûn olarak bakıldığında PDÖ'nin öğrenme açısından olumsuz olan bu durumu, olumluya çevirdiğini ve bu anlamda PDÖ'nin faydalı olacağı söylenebilir. Tabi öğrencilerin iletişim kurma sorununa en başından itibaren hiç sahip olamamalarının öğrenme açısından daha verimli olacağı da bir gerçektir.

PDÖ'nin dezavantajlarından bir diğeri de bağıl değerlendirme sisteminin kullanıldığı kurumlardaki uygulama güçlükleridir. Araştırma verileri, öğrencilerin birbirlerine göre değerlendirilmelerini esas alan bağıl değerlendirme sisteminin uygulandığı sınıfta, olumsuz bir rekabet havasının oluştuğunu ortaya koymaktadır.

- ❖ Sınıfta olumsuz bir rekabet atmosferi var. Bütün öğrenciler birbirinden bağımsız hareket ediyor. Değerlendirme onların en çok önem verdiği konu gibi gözüküyor (1. hafta gözlemi).
- ❖ Ders notlarının nasıl verileceği konusunda öğrencilerin tereddütleri var (1. hafta gözlemi).

Yukarıdaki gözlem verileri PDÖ uygulaması başlangıcında sınıf içindeki havayı yansıtmaktadır. Değerlendirmenin nasıl yapılacağı konusuna önem veren öğrenciler

bunun yanı sıra arkadaşlarına göre sınıftaki pozisyonlarının ne olacağı hakkında endişe içerisindedir. Johnson ve Johnson (2007)'a göre rekabet durumunda, negatif bir dayanışma söz konusudur. Öğrenciler hedeflerini, yalnız ve yalnız sınıftaki diğer öğrencilerin hedeflerine ulaşmalarındaki başarısızlıkları durumunda elde edebileceklerine inanırlar. Böyle olumsuz bir rekabetin varlığı yukarıda bahsedilen PDÖ çalışmalarına engel olabilen etkiler içerisinde sayılabilmektedir. Bağlı değerlendirmede öğrencinin arkadaşları ile yaptığı ortak grup çalışmaları ve bilgi alışverişleri sonucunda onların öğrenmelerine yardımcı olmak, bir anlamda kendi değerlendirmesine olumsuz etkide bulunmak anlamına gelmektedir. Dolayısıyla böyle bir ortamda iletişimi ve işbirliğini temel alan PDÖ aktiviteleri daha da zorlaşacaktır. Bununla beraber PDÖ sürecinde, başlangıçta öğrenciler arasında gözlemlenen ve öğrenme açısından olumsuz nitelikteki bu rekabet havası, zamanla yerini gruplar arası olumlu rekabete bırakmıştır.

- ❖ Uygulama başında öğrenciler arasındaki olumsuz rekabet havası yerini gruplar arası olumlu rekabete bırakmış gibi gözüküyor. Grup arkadaşlarıyla birlikte diğer gruplarla mücadele halindedir (7. hafta gözlemi).

Yukarıdaki gözlemden rekabetin devam ettiği fakat artık öğrenme aktivitelerine motive edici bir mahiyete sahip olduğu anlaşılmaktadır. Her bir problem çalışmasının değerlendirme sonucu açıklandıkça, problemin doğru çözümüne ulaşma adına gruplar arasındaki mücadele artmıştır. Böylece başlangıçta grup içinde işbirliği yapmaya engel teşkil eden olumsuz rekabet ortadan kalkmıştır. Bunun yerine ortak bir hedefe yürüyen ve işbirliği içerisinde çalışan takım arkadaşları görüntüsü hâkim olmuştur. Dolayısıyla bağlı değerlendirmenin PDÖ'ye engel teşkil edebileceği gerçeğinin yanı sıra böyle bir sistemde PDÖ'nin, öğrenme açısından rekabeti faydalı yönde kanalize edeceği söylenebilir.

Araştırmanın önemli bulgularından biri uygulama süresi boyunca öğrencilerin bilgi ve becerilerinde meydana gelen gelişim olduğu gibi bir diğeri de bu gelişimin öğrenci tarafından izlenebilirliğidir. Süreç boyunca yapılan değerlendirmeler öğrencilere, bu süreçte nelerin istendiğini hatırlatmanın yanı sıra sürecin her bir aşamasında ne kadar mesafe alındığını da ortaya koymuştur. Aşağıdaki gözlem verileri öğrencilerin değerlendirme sonuçlarından haberdar olmalarıyla gerçekleşen havayı yansıtmaktadır:

- ❖ Birinci problemin uygulaması sonrasında gruplar aldıkları notları öğrendikten sonra aralarındaki rekabette artış gözlemleniyor (3. hafta gözlemi).
- ❖ Problemin sonuçları açıklandığında, gerçek çözüme ulaşabilen gruplarda büyük bir moral ve başarı hissi oluştuğunu gözlemlerim. Diğer problemler için grup motivasyonunun arttığı açıkça görülüyor (5. hafta gözlemi).

Gözlem verilerinden bu değerlendirme yönteminin, öğrencilerde sonraki problem çalışmalarını için daha çok çalışma ve mücadele etme arzusu uyandırdığı görülmüştür. Öğrencilerin kendilerini ve grup üyelerini değerlendirmeleri ve her bir problem çalışmasının öğretmen tarafından değerlendirilerek sonuçlarının çalışma sonrasında açıklanması öğrencilerin öğrenme sürecini takip etmelerinde önemlidir. Bu durum daha bilinçli bir öğrenme sürecini ve farkındalığı artırarak bilgi ve becerilerde gelişime sebep olmuştur.

Diğer taraftan araştırmada değerlendirme ile ilgili olarak PDÖ için dezavantaj niteliğindeki bir bulguya ulaşılmıştır. Öğrencilerin bir bölümü (%54), grup çalışmalarına verilen notların değerlendirme açısından birtakım olumsuzluklara sebep olacağını belirtmişlerdir.

“Yani mesela grupta bir kişi yapmak istiyor ama sadece yapan o oluyor. Başka kimsenin yapmadığını görünce kendisinde yapmıyor... Ancak işte herkes ayrı ayrı rapor yazsaydı, tabii şu da var her hafta her hafta raporda bunaltabiliyor... Puanlama olarak bence biraz haksızlık oldu. Grup çalışmasına değil de, ilk haftalar çalışanla çalışmayan belli olmadı hatta haksızlık yapıldı bazılarında... Artık hani gruptakilerde diyor ki biliyorlar ki tartışmaya katılsam da katılmasam da ben aynı puanı alacam bu yüzden ilgisizlikler oldu ben kendi açımdan konuşayım.”

Yukarıdaki mülakat verilerinden de anlaşıldığı gibi grup çalışmalarını iyi organize edemeyen ve işbölümünü tam anlamıyla gerçekleştiremeyen gruplarda, grup çalışması ürünlerinde her grup üyesinin eşit notlar alması öğrenciler tarafından eleştirilmektedir. Bütün grup üyelerinin aktif olarak problemin çözümüne destek verdiği gruplarda böyle bir durum söz konusu olmasa da iletişim problemine sahip ve PDÖ aktivitelerine ısınamayan öğrencilerin bulunduğu gruplarda böyle bir değerlendirme, diğer grup üyelerinin motivasyonuna olumsuz yönde tesir edebilmektedir.

PDÖ’de öğrenmeye engel olabileceği düşünülen bir diğer bulgu, öğrencilerin PDÖ aktivitelerine yabancı oluşlarıdır. Öğrencilerin önemli bir bölümü (%81), PDÖ’ye alışkın olmadıkları yönünde ifadeler kullanmışlardır.

“... Yani öğretmen geliyor anlatıyor. Sen o anlatılarını yazıyorsun başka hiçbir şey yok. Öğrencinin hiçbir aktivitesi yok... Öyle alışmışız yani hazırcılığa alışmışız. Gidip artık bazı şeyleri araştırıp bulmak, eskisine alıştığımız için zorumuza gidiyor yani... Sorumluluk aşılammış.”

Yukarıdaki ifadelerden öğrencilerin, öğrenme aktivitelerinin zayıf olduğu ve öğretmenin bilgiyi hazır olarak vermeye çalıştığı dolayısıyla herhangi bir araştırma aktivitesini yürütme sorumluluğunu yüklenmedikleri bir gelenekten geldikleri anlaşılmaktadır. Böyle olunca öğrenci merkezli yani öğrencinin öğrenmede aktif olmasını gerekli kılan PDÖ uygulamaları onlar için alışık olmadıkları bir durum teşkil etmektedir. Gözlem verilerinde de benzer bulgular görülebilmektedir:

- ❖ Bazı öğrenciler, öğretmene çözüm hakkında herhangi bir ipucu koparabilmek düşüncesiyle daha araştırmaya başlamadan sorular soruyorlar. Araştırmalarına yönelik değil de direkt sonuca yönelik ipuçları istiyorlar. Bu şekilde kolay yoldan sonuca ulaşmaya çalışıyorlar (7. hafta gözlemi).
- ❖ Kamera çekimlerini yapan kişiye problemin çözümü hakkında danışıyorlar. Kolaycılık düşüncesi ile hareket ederek çaba sarf etmeden sonuca hemen ulaşmak istiyorlar (7. hafta gözlemi).
- ❖ Araştırma raporları ve sunumların hacminin büyük olmasına gayret gösteriyorlar. Konu ile direkt ilgisi olmayan alıntılar göze çarpıyor (5. hafta gözlemi).

Yukarıdaki gözlem verilerinden araştırma sorumluluğu yüklenmeye alışkın olmayan öğrencilerin kolaycılığı tercih ettikleri anlaşılmaktadır. Problemin çözümüne odaklanmaktan daha çok dolaylı yoldan bağlantılı ve hacimce büyük alıntılar sentezlenmeye bile gerek duyulmadan kaynak gösterilmiştir. Öğrencilerin, onlardan topladıkları bilgileri derleyerek çözüm odaklı bir çalışma yürütmelerini isteyen böyle bir sisteme alışkın olmamaları bu durumun sebeplerinden bir tanesi sayılabilir. Yine hem gözlem hem de mülakat verileri öğrencilerin PDÖ’ye olan yabancılıklarını gözler önüne sermektedir.

- ❖ Hipotez oluşturmada zorluk çekiyorlar. Genellikle test edemeyecekleri ve teori mahiyetindeki ifadeleri hipotezleri olarak gösteriyorlar (3. hafta gözlemi).

“...Yani çoğu zaman hipotez kuruyoruz, sonra bunun konuyla ne alakası var silin diyoruz, bunun bizim araştıracağımız şeyle bir alakası yok diyoruz... Araştırma yapmayı bilmiyoruz açıkçası ne araştıracağız ya da nerde bulabiliriz, genel hatlarıyla bilmediğimiz için öğrenemeyişimizin sebebi de buydu herhalde... Hani bulmacayı çözmeye çalışmak, parçaları birleştirmek, o yoruyor açıkçası. Alışık olmadığımız bir yöntem olduğu için tabii öncelikle... İlk başta mesela giriş yapılırsa o konulara genel bir bilgi verilse tam anlamıyla biz neyi arayacağımızı bilsek daha iyi olur.”

Yukarıdaki gözlem ve mülakat ifadeleri; hipotez kurmaya yabancı, araştırma deneyimi çok az olan ve bilgi kaynaklarını kullanma becerisi kazanamamış öğrencilerin PDÖ’de güçlük çektiklerini göstermektedir. Bu işlemleri yorucu olarak tanımlayan öğrencilerin PDÖ’yi, neyi ve nasıl araştırdıklarını tam olarak çözemedikleri bir süreç olarak gördükleri anlaşılmaktadır.

- ❖ İnternette tarama yapmada yetersizliklere sahipler. Yapılacak işleri aralarında paylaştırırken bu işi bilgisayarla en çok ilgilenen arkadaşlarına veriyorlar. Gruptaki hemen her öğrenci, zor olarak algıladıkları bu işle uğraşmak istemiyor (2. hafta gözlemi).

Yukarıdaki gözlem verisinden de anlaşıldığı üzere internette tarama yapmasını bilmeyen öğrenciler bu işi aralarında paylaştırırken bilgisayarı en çok bilen arkadaşlarına vermektedirler. Bilgiye ulaşmada, bu bilgileri derleyerek çözüm için yeni sentezler oluşturmada ve bunları raporlaştırmada kolaycılığa kaçmayı tercih etmektedirler. PDÖ aktivitelerine alışkın olmayan öğrenciler, onların daha aktif olmalarını zorunlu kılan bu yöntemle karşı direnç göstermektedirler. Little (1997)’de çalışmasında bu bulguya benzer nitelikteki sonuçlara yer vermektedir. Ona göre öğrenciler PDÖ’de kendilerinden beklenen öğrenme ile alışkanlıkları arasında çelişkiye düşerler. Bu durum ise PDÖ uygulamaları için önemli bir dezavantajı teşkil etmektedir.

PDÖ uygulamaları için diğer bir dezavantaj, oluşturulan grupların yapısı ve bu gruplardaki işbirliğinin yeterince gerçekleştirilememesidir. Öğrencilerin büyük bir

bölümü (%77), grupların homojen olmasına gerek olmadığı ve başarılarına göre bir ayırım yapılması gerektiği gibi görüşler öne sürmüşlerdir.

“... Grupları homojen dağıtmak yerine çalışkan yani sorumlu öğrencileri bir yere, o tür bir formatta daha verimli olabilir çünkü aksi taktirde illaki birileri birilerinin sırtına yıkıyor. İşte işimi sıkı tutmalıyım diyen öğrenci işi sıkı tutuyor diğerleri de ha nasıl olsa onlar işi sıkı tutuyor diye yıkıyor bir şekilde. Yani grup işleri her zaman için böyle risklere açık zaten... Mesela bir hafta bir arkadaş araştırıyor diğer arkadaşlar pek öğrenemiyor o hafta. Olayın dışında kalıyor. Oturup çalışmaktansa konu araştırmak kalıcı oluyor. Ama sadece araştıran kişiye faydası oluyor herkes katılmıyor...”

Yukarıdaki mülakat ifadelerinde de görüldüğü üzere öğrenciler, PDÖ çalışmaları esnasında grup içerisindeki görev dağılımını tam gerçekleştiremediklerini vurgulamışlar ve çalışmalarda daha aktif olanların daha fazla öğrendikleri görüşü belirtilmiştir.

- ❖ Grup içinde heterojenliğe karşı çıkıyorlar. Grupları kendimiz oluştursak olmaz mı, şeklinde ısrar ediyorlar (1. hafta gözlemi).
- ❖ Öğrencileri, uygulama öncesinde, grupları kendileri belirlediği takdirde nasıl bir tablo oluşacağını görmek amacıyla yokladım. Bu sınıfta, “kim olursa olsun her arkadaşım ile işbirliği içerisinde grup çalışması yapabilirim” diyen kaç kişi var diye sorduğumda 10 öğrencinin, “grup çalışması yapabileceğim kişi sayısı 5’i geçmez” diyen kaç kişi var diye sorduğumda da yaklaşık 15 öğrencinin el kaldırdığını gözlemledim (1. hafta gözlemi).

Yukarıdaki gözlem verilerinden sınıfın grup çalışmalarına kapalı öğrencilerden oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu durumun sonucunda işbirliği yapmaya uygun olmayan bir grup yapısı oluşabilmektedir. Görev dağılımına riayet eden ve grup çalışmalarının gereğini yapan öğrenciler diğer öğrencilere nazaran çok daha fazla öğrenmektedirler. Grup çalışmalarının önemli olduğu PDÖ’de, işbirliği zayıf olan bir grup yapısı öğrenme adına olumsuz bir etken sayılabilir.

PDÖ uygulamasında öğrenmeye engel olabileceği düşünülen bir diğer bulgu zamanın sınırlı oluşudur. Araştırmanın mülakat ve gözlem verileri de bu sonuçları doğrular

mahiyettedir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (%92) mülakatlarda PDÖ aktivitelerine zamanın yetmediğini belirtmişlerdir.

“... Tartışma süresi bence yeterli değil... Mesela bir saatlik tartışma süresi belki iki saat olsa gerçi hani araştırma dayalı bir çalışma olduğu için yine araştırdıklarımız üzerinde tartışmamız gerekiyor... Yani beraberce düşünülür, farklı fikirler ortaya atılabiliyor... Ayrıntıya çok daha fazla giremedik konularda sanki yüzeysel geçtik gibi oldu... Daha fazla ders saati olan bir derste bu yöntem uygulansa daha iyi olur... Zaman kısıtlıydı ve bu rağmen verdiğiniz problem durumları ile ilgili bir sürü kaynağa ulaşabiliyorduk. O bir sürü kaynak içerisinde hani hepsini tarayabilseydik problemin çözümüne tam olarak ulaşabilecektik.”

Yukarıdaki ifadelerden öğrencilerin topladıkları araştırma verileri üzerinde yeterince tartışma fırsatı bulamadıkları anlaşılmaktadır. Zamanın sınırlı oluşu konunun ayrıntıları ile öğrenilememesine sebep olmaktadır. Ulaşılan kaynakları yeterince değerlendiremedikleri ve bu kaynaklardan elde ettikleri bilgileri sentezleyerek problemin çözümü amacıyla kullanamadıkları görülmektedir. Diğer taraftan PDÖ'nin sadece sınıf ortamında zaman problemine sahip olduğu söylenemez.

❖ Diğer derslerden de ödev hazırlamaları gerektiği ve zamanlarının olmadığı yönünde serzenişte bulunuyorlar (5. hafta gözlemi).

Yukarıdaki gözlemde de görüldüğü üzere PDÖ ders dışında kalan vakitlerde de çalışmayı gerektiren bir süreçtir ve öğrenciler haklı olarak bu zaman dilimlerini de düzenlemek zorundadırlar. PDÖ için sadece sınıfta yapılan oturumlar yeterli değildir. Grupların diğer zamanlarda da bir araya gelerek araştırmalarını yönlendirmeleri, veriler üzerinde tartışmaları, araştırma raporu ve sunumları gibi faaliyetler için çalışmaları gerekir. Dolayısıyla PDÖ'nin hem ders içi hem de ders dışı aktiviteler açısından geniş bir zamana ihtiyaç duyduğu söylenebilir. Literatürde de bunu destekleyen çalışmalar mevcuttur. PDÖ'nin en çok eleştiri alan yönlerinden birisinin, böyle bir uygulamanın geleneksel anlatıma dayalı öğretime göre çok fazla zamana ihtiyaç duyması (Cavanaugh 2001; Douvrou 2006; Uden and Beaumont 2006) olduğu belirtilmektedir. Araştırmanın uygulandığı Isı ve Madde dersi müfredatının konu yoğunluğu diğer derslere nispeten az olsa da PDÖ uygulaması için yeterli zaman dilimini sağladığı söylenemez. Problem üzerinde düşünme ve fikir teatisi yaparak tartışma, hipotezler kurma, araştırma yaparak bilgiye ulaşma, bu bilgileri yorumlama, uygun çözüm önerilerini raporlaştırma ve

sunma aktivitelerinin her biri belirli bir zaman dilimine ihtiyaç duyan çalışmalardır. Diğer taraftan PDÖ'nin zamanla ilgili dezavantajı öğretmenler içinde söz konusudur. PDÖ için başta problem senaryoları olmak üzere gerekli materyallerin hazırlanması ve bu süreçte öğrencilerin değerlendirilmesi öğretmenler için de oldukça fazla zaman gerektiren işlemlerdir. Dolayısıyla ders kredisinin azlığı veya müfredatın yoğunluğu PDÖ için engel teşkil edebilecek mahiyettedir.

Elde edilen bulgular ışığında, daha sonra yapılacak çalışmalarda araştırmacılar için kaynak olabilecek ve eğitim faaliyetlerinin düzenlenmesinde, özellikle fen eğitimcilerine faydalı olacağı düşünülen bir takım önerilere aşağıda maddeler halinde yer verilmiştir:

PDÖ'nin en büyük dezavantajlarından biri zaman sınırlamasıdır. PDÖ uygulamaları zamanı daha ekonomik kullanabilecek şekilde yeniden tasarlanabilir ve eğitim araştırmacıları bu yöndeki çalışmalara ağırlık verebilirler.

Her dersin veya her konunun PDÖ'ye göre işlenmesi, başta zaman açısından mümkün değildir. PDÖ yaklaşımı ancak az konu içeren ve haftalık kredisi çok olan derslerde uygulanabilir ve ancak böylesi derslerde istenilen verim alınabilir.

Konu yoğunluğu fazla olan veya haftalık kredisi yetersiz olan derslerde yapılacak bazı düzenlemelerle PDÖ uygulamaları gerçekleştirilebilir. Hedef konu ile ilgili olarak belirlenen merkezi bir kavram hakkında yalnızca bir problem durumu ile PDÖ uygulaması organize edilebilir. Bu problemin çözümü işi bittikten sonra dersin kalan kısımları geleneksel yollarla işlenmeye devam edilebilir.

Öğrencilerin PDÖ uygulamalarına olan yabancılıkları ve pratik eksiklikleri PDÖ'de verimi düşürmektedir. Lise müfredatına, öğrencilerin PDÖ uygulamalarına alışmalarını sağlamak amacıyla, bu yönetime özgü dersler konulabilir veya lise öğrenimi boyunca seçilecek uygun bir ders PDÖ için kullanılabilir. Pilot niteliğindeki bu derslerde,

öğrencilerin lise döneminden başlayarak PDÖ uygulamalarına alışmaları ve gerekli becerilerle tanışmaları amaçlanabilir.

PDÖ, hâlihazırda lise ve üniversite müfredatlarında yer alan her ders için uygun olan bir yaklaşım değildir. Fen dersleri günlük hayatla doğrudan ilişkili olduğu için PDÖ için en uygun dersler olsa da her fen konusu için aynı şeyi söylemek doğru değildir. Günlük hayatla doğrudan ilişkili olmayan, kavram ve olaylardan daha çok basit matematiksel işlemlere odaklanan veya atom altı mikro seviyede, günlük hayattan çok uzak terimlerle ilgilenen konularda problem hazırlamak zordur. Bunun yerine PDÖ'de günlük hayatla doğrudan ilişkili fen konularına yer verilebilir.

PDÖ'nin merkezinde iyi düzenlenmiş bir problem senaryosu bulunmalıdır. Problem senaryoları öğrencilerin ilgi ve meraklarını çekebildikleri ölçüde kullanışlı olabilirler. Bu tarz problem senaryolarının hazırlanmasında öğrencilerin görüşleri de dikkate alınabilir. Bu anlamda öğrencilerin en çok merak ettikleri fen konularını öğrenmek amacıyla testler geliştirilebilir. PDÖ problemleri bu test sonuçlarından hareketle hazırlanabilir.

Hazırlanan problem senaryolarının PDÖ yaklaşımına uygunluğu uygulamalar öncesinde mutlaka gözden geçirilmelidir. Problem senaryolarının PDÖ'ye uygunluğu, oluşturulacak problem değerlendirme ölçekleri ile test edilebilir. Araştırmamızda literatürde geçen ve bir PDÖ probleminde bulunması gerekli özelliklerden faydalanılarak bir ölçek geliştirilmiştir. Bu ölçek uygulama öncesinde, hazırlanan problem senaryoları ile birlikte uzmanlara verilmiş ve onlardan bu senaryoları ölçekteki kriterlere uygunluğu açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Böylelikle geçerliliği daha fazla problem senaryoları elde edilmiştir. Bu amaçla hazırlanan ölçeklerle problem senaryosunun ilgili konuyu kapsayabilirliği, öğrencilerin kazanımları ile örtüşebilirliği ve öğrencilerin merakını çekebilirliği gibi bir PDÖ probleminde aranan özellikler bakımından yeterliliği test edilmiş olacaktır.

PDÖ'ye uygun problemler hazırlamak uzun zaman ve gayret gerektiren bir süreç olduğundan ayrı olarak ele alınıp üzerinde çalışılmayı gerekli kılar. Dolayısıyla öğretmenlerin rutin öğretim faaliyetleri arasında bunları da yapmaları mümkün değildir. Eğitim araştırmacıları tarafından, her bir konu için lise ve üniversite seviyesine uygun tarzda problem senaryoları hazırlanarak öğretmenlerin kullanımına sunulabilir.

Hazırlanan problem senaryolarının sayısının az fakat içeriğinin daha kapsayıcı olmasına dikkat edilmelidir. Birden fazla kavramı içine alabilecek problemler, zaman açısından daha avantajlı olabilir.

PDÖ'nin, işbirliğine aykırı rekabet ortamı oluşturabilen, bağıl değerlendirme sisteminin kullanıldığı kurumlarda uygulanması tercih edilmemelidir. Uygulandığı takdirde ise öğrenciler, olumlu rekabet ve mücadeleyi ön plana çıkarmak amacıyla oldukça iyi derecede motive edilmeleri gerekebilir.

Her eğitim kurumunda PDÖ uygulamalarına uygun öğrenme ortamı sağlayabilecek sınıflar bulundurulabilir. Özellikle oturma düzenleri, PDÖ aktivitelerinde öğrencilerin grup arkadaşları ile ve öğretmenle iletişimini sağlayacak şekilde tasarlanabilir.

PDÖ geçmişine sahip olmayan öğrenciler üzerinde yapılan uygulamalarda, süreç başlangıcındaki verim çok düşük olmaktadır. Bu tip uygulamalarda yöntemi tanıtıcı bilgilere ağırlık verilebilir.

PDÖ üzerine yapılan araştırma çalışmalarında kamera kullanımı çok verimli gözlem verileri sağlamaktadır. Bununla birlikte öğrencilerin kamera çekimlerine alışmaları belirli bir zaman gerektirmektedir. Bu zaman diliminde öğrenciler, PDÖ aktivitelerini yeterince rahat bir şekilde sürdürememektedirler. Araştırmaya başlamadan önce örneklem grubu ile yapılacak çekimlerle öğrencilerin kameraya ısınmaları sağlanabilir ve araştırmaya etki edebilecek böyle bir olumsuz etken ortadan kaldırılabilir.

Değerlendirmede adaleti sağlamak amacıyla grup çalışmalarına verilen notların yanı sıra bireysel aktivitelerin değerlendirilmesine de ağırlık verilebilir.

Geleneksel anlatıma dayalı yöntemlere alışık olan öğrencilerin bulunduğu sınıflarda PDÖ uygulamaları dizayn edilirken, yöntemler arası geçişin yumuşak olmasına dikkat edilebilir. Geleneksel yöntemi zararlı olarak göstermekten kaçınılmalı ve öğrencilerin, kendilerinin ve öğretmenlerinin bu yeni rollerine alışmalarında acele edilmemelidir.

PDÖ, kavramsal öğrenme ve beceriler açısından büyük avantajlara sahip olsa da bu amaçları yerine getirmede yüzde yüz verim sağlayabilen bir yöntem değildir. Sonraki araştırmalarda PDÖ'yi diğer yöntemlerden soyutlayan uygulamalar yerine karma yöntemlerle verimi artırmanın yolları üzerinde çalışılabilir.

PDÖ uygulamaları birçok duyu organına hitap eden aktiviteleri içermesine rağmen her öğrenci üzerinde başarılı olmayabilir. Bu sebeple farklı öğrenme stillerine hitap edebilen teknik ve aktivitelerle PDÖ uygulamalarını zenginleştirme amacıyla çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Açıkyıldız, M., 2004. Probleme dayalı öğrenmenin fizikokimya laboratuvarı deneylerinde etkililiğinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Ak, B., 2006. Parametrik hipotez testleri. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, 2. Baskı, Ed: Kalaycı, Ş., Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti, Ankara, Türkiye, 71-82.
- Akınoğlu, O. ve Tandoğan, R. Ö., 2007. The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3 (1), 71–81.
- Akpınar, E. ve Ergin, Ö., 2005. Probleme dayalı öğrenme yaklaşımına yönelik öğrenci görüşleri. İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi, <http://web.inonu.edu.tr/~efdergi> (15.07.2007).
- Aldridge, J. M., Fraser, B. J., Taylor, P. C. and Chen, C. C., 2000. Constructivist learning environments in a crossnational study in Taiwan and Australia. *International Journal Science Education*, 22 (1), 37–55.
- Allen, D. E., 1996. The power of problem-based learning in teaching introductory science courses. *New Directions for Teaching and Learning*, 68, 43–52.
- Anderson, J. C., 2007. Effect of problem-based learning on knowledge acquisition, knowledge retention, and critical thinking ability of agriculture students in urban schools. PhD thesis, The Faculty of the Graduate School, University of Missouri, Columbia.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. ve Turgut, M. F., 1997. Kimya öğretimi. YÖK/DB Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları, Ankara, Türkiye.
- Banerjee, A. C., 1995. Teaching chemical equilibrium and thermodynamics in undergraduate general chemistry classes. *Journal of Chemical Education*, 72 (10), 879-880.
- Banta T. W., Black K. E. and Kline K. A., 2000. PBL 2000 plenary address offers evidence for and against problem based learning, PBL Insight to solve, to learn, together. E newsletter for undergraduate. *Problem Based Learning from Stamford*, 3 (3).
- Barker, V., 2000. Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas. Royal Society of Chemistry, London.
- Barrows, H. and Kelson, A., 2006. Problem-based learning. Maricopa Center for Learning and Instruction, <http://www.mcli.dist.maricopa.edu/pbl/info.html> (11.12.2006).
- Bayrak, R., 2007. Probleme dayalı öğrenme yaklaşımı ile katılar konusunun öğretimi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Beynon, J., 1994. A few thoughts on energy and mass. *Physics Education*, 29, 86–88.
- Bodner, G. M., 1986. Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63 (10), 873-878.

- Boo, H. K., 1998. Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal Research in Science Teaching*, 35 (5), 569–581.
- Boud, D. and Feletti, G. I., 1991. Introduction. *The Challenge of Problem-based Learning*, First Edition, Eds: Boud, D. and Feletti, G. I., St. Martin's Pres, New York, 13.
- Boud, D. and Feletti, G. I., 1997. What is problem-based learning. *The Challenge of Problem-based Learning*, 2nd Edition, Eds: Boud, D. and Feletti, G. I., London, 3-4.
- Brook, A. and Driver, R., 1984. Aspects of secondary student understanding of energy: Summary report. Children's Learning in Science Project, AAAS Project 2061, http://www.project2061.org/publications/rsl/online/RESEARCH/REPORTS/RP_T07.HTM (11.07.2007).
- Butler, S. M., 1997. Problem-based learning in a secondary science classroom. PhD thesis, The Florida State University, College of Education, Florida, USA.
- Büyüköztürk, Ş., 2003. Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı. 3. Baskı, Pegem A Yayıncılık, 195 s, Ankara, Türkiye.
- Carll-Williamson, M. P., 2003. The effect of problem-based learning on high school students enrolled in biology for the technologies as measured by concept of self and attitude toward science. PhD thesis, University of South Carolina, USA.
- Carr, M. and Kirkwood, V., 1988. Teaching and learning about energy in New Zealand secondary school junior science classrooms. *Physics Education*, 23, 86–91.
- Carson, E. M. and Watson, J. R., 1999. Undergraduate students' understanding of enthalpy change. *University Chemistry Education*, 3 (2), 46–51.
- Cavanaugh, J. C., 2001. Make it so: Administrative support for problem-based learning. *The Power of Problem-Based Learning*, Eds: Duch, B. J., Groh, S. E. and Allen, D. E., Sterling, Virginia, 27-36.
- Chin, C. and Chia L., 2004. Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88 (5), 707–727.
- Çengel, Y. A., 2005. The first lecture: motivating, exciting, and challenging the beginning thermodynamics students. Second International Conference on Applied Thermodynamics, İstanbul, Turkey.
- Çengel, Y. A. ve Boles, M. A., 1996. Mühendislik Yaklaşımı ile Termodinamik, Literatür Yayıncılık, 867 s, İstanbul, Türkiye.
- Çepni, S., 2005. Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş. Üçyol Kültür Merkezi, 213 s, Trabzon, Türkiye.
- Dochy, F., Segers, M., Bossche, P. V. and Gijbels, D., 2003. Effects of problem-based learning: a meta analysis. *Learning and Instruction*, 13 (5), 533–568.
- Dods, R., 1997. An action research study of the effectiveness of problem-based learning in promoting the acquisition and retention of knowledge. *Journal for the Education of the Gifted*, 20, 423–437.
- Douvlou, E., 2006. Effective teaching and learning: Integrating problem-based learning in the teaching of sustainable design. *CEBE Transactions*, 3 (2), 23–37.
- Dökme, İ., 2005. Milli eğitim bakanlığı (MEB) ilköğretim 6. sınıf fen bilgisi ders kitabının bilimsel süreç becerileri yönünden değerlendirilmesi. *İlköğretim-Online*, 4 (1), 7–17.
- Driver, R. and Bell, B., 1986. Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School Science Review*, 67 (240), 443–456.

- Driver, R. and Warrington, L., 1985. Students' use of the principle of energy conservation in problem situations. *Physics Education*, 20, 171–176.
- Duch, B. J., 2001. Writing problems for deeper understanding. *The Power of Problem-based Learning*, Eds: Duch, B. J., Groh, S. E. and Allen, D. E., Sterling, Virginia, 47-53.
- Duch B. J., 2007. Problem-based learning. University of Delaware, <http://www.udel.edu/pbl/> (10.07.2007).
- Duch, B. J. and Groh, S. E. 2001. Assessment strategies in a problem based learning course. *The Power of Problem-Based Learning*, Eds: Duch, B. J., Groh, S. E. and Allen, D. E., Sterling, Virginia, 95-106.
- Duch, B. J., Groh, S. E. and Allen, D. E., 2001. Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education. *The Power of Problem-Based Learning*, Eds: Duch, B. J., Groh, S. E. and Allen, D. E., Sterling, Virginia, 3-11.
- Ekiz, D., 2003. *Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metodlarına Giriş: Nitel, Nicel ve Eleştirel Kuram Metodolojileri*. ANI Yayıncılık, 190 s, Ankara, Türkiye.
- Esch, C., 2000. Project-based and problem-based: The same or different? *The Multimedia Project: Project Based Learning with Multimedia*, <http://pblmm.k12.ca.us/PBLGuide/PBL&PBL.htm> (25.08.2007).
- Fraenkel, J. R. and Wallen, N. E., 2003. *How to Design and Evaluate Research in Education*, 5th Edition, 623 p, London, UK.
- Faulkner, D. R., 1999. A comparison of worked-examples and problem-based learning on the achievement and retention of middle school science student team. PhD thesis, The University of South Alabama, College of Education, USA.
- Gallagher, S. A., Stepien, W. J., Sher, B. T. and Workman, D., 1995. Implementing problem-based learning in science classrooms. *School Science and Mathematics*, 95 (3), 136–146.
- Geban, Ö., Aksar, P. and Özkan, İ., 1992. Effects of computer simulations and problem-solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86 (1), 5–10.
- Gertzman, A. and Kolodner, J. L., 1996. A case study of problem-based learning in a middle school science class: Lessons learned. *Proceedings of the 1996 International Conference on Learning Sciences*, Evanston, Illinois, USA.
- Goldring, H. and Osborne J., 1994. Students' difficulties with energy and related concepts. *Physics Education*, 29, 27–32.
- Granville, M. F., 1985. Student misconceptions in thermodynamics. *Journal of Chemical Education*, 62 (10), 847-848.
- Groh, S. E. 2001. Using problem-based learning in general chemistry. *The Power of Problem-Based Learning*, Eds: Duch, B. J., Groh, S. E. and Allen, D. E., Sterling, Virginia, 207-218.
- Guedri, Z., 2001. *Problem-based learning : Bringing higher order thinking to business schools*. Cahier de Recherche de l'Observatoire des Innovations Pédagogiques en Gestion, HEC Montréal.
- Hafner, J. C. and Hafner, P. M., 2003. Quantitative analysis of the rubric as an assessment tool: An empirical study of student peer-group rating. *International Journal of Science Education*, 25 (12), 1509–1528.

- Hendry, G. D., Frommer, M. and Walker R. A., 1999. Constructivism and problem-based learning. *Journal of Further and Higher Education*, 23 (3), 359-371.
- Herreid, C. F., 2003. The death of problem-based learning? *Journal of College Science Teaching*, 32 (6), 364-366.
- Hmelo, C. E. and Ferrari, M., 1997. The problem-based learning tutorial: Cultivating higher order thinking skills. *Journal for the Education of The Gifted*, 20 (4), 401-422.
- Hmelo-Silver, C. E. and Barrows, H. S., 2006. Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1 (1), 21-39.
- Hsu, Y. C., 1999. Evaluation theory in problem-based learning approach. ERIC Document ED 436148, 199-205.
- Hung, W., Bailey, J. H. and Jonassen, D. H., 2003. Exploring the tensions of problem-based learning: Insights from research. *New Directions for Teaching and Learning*, 95, 13-23.
- Johnson, R. T. and Johnson, D. W., 2007. Cooperative learning. The Cooperative Learning Center at The University of Minnesota, <http://www.cooperation.org/index.html> (11.10.2007).
- Johnstone, A. H., Macdonald, J. J. and Webb, G., 1977. Misconceptions in school thermodynamics. *Physics Education*, May, 248-251.
- Kaptan, F., ve Korkmaz, H., 2002. Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının hizmet öncesi fen öğretmenlerinin problem çözme becerileri ve öz yeterlik inanç düzeylerine etkisi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Kayalı, H. A., Ürek, R. Ö. ve Tarhan, L., 2002. Kimya ders programı maddenin yapısı ünitesindeki "bağlar" konusunda aktif öğrenme destekli yeni bir rehber materyal geliştirilmesi ve uygulanması. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara, Türkiye.
- Keats, D. M., 2000. *Interviewing: A Practical Guide for Students and Professionals*. Open University Press, 162 p, Buckingham, Philadelphia, USA.
- Kılıç, G. B., 2001. Oluşturmacı fen öğretimi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 7-22.
- Kılıç, G. B., 2003. Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMSS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim-Online*, 2 (1), 42-51.
- Krathwohl, D. R., 2002. A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*, 41 (4), 212-218.
- Kruger, C., Palacio, D. and Summers, M., 1992. Surveys of English primary teachers' conceptions of force, energy, and materials. *Science Education*, 76 (4), 339-351.
- Kwan, C. Y., 2000. What is problem-based learning (PBL): It is magic, myth and mindset. *Centre for Development of Teaching and Learning*, 3 (3), 1-6.
- Little, J. O., 1999. The effects of inter-school collaboration on student written product scores in a problem-based, constructivist environment. PhD thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.
- Little, S., 1997. Preparing tertiary teachers for problem-based learning. *The Challenge of Problem-based Learning*, 2nd Edition, Eds: Boud, D. and Feletti, G. I., London, 117-124.

- Loverude, M. E., Kautz, C. H. and Heron, P. R. L., 2002. Student understanding of the first law of thermodynamics: Relating work to the adiabatic compression of an ideal gas. *American Journal of Physics*, 70 (2), 137–148.
- Maudsley, G., 1999. Do we all mean the same thing by “problem-based learning”? A review of the concepts and a formulation of the ground rules. *Academic Medicine*, 74 (2), 178–185.
- Mauffette, Y., Kandbinder, P. and Soucisse, A., 2004. The problem in problem-based learning is the problems: But do they motivate students? *Challenging Research in Problem-based Learning*, Eds: Savin-Baden, M. And Wilkie, K., Society for Research into Higher Education, Open University Press, 11-25, UK.
- Mcmillan, J. H., and Schumacher, S., 2001. *Research in Education: A Conceptual Introduction*. 5th Edition, 660 p, London, UK.
- Mcmillan, J. H., and Schumacher, S., 2006. *Research in Education: Evidence-Based Inquiry*, 6th Edition, 517 p, London, UK.
- Meltzer, D. E., 2004. Investigation of students’ reasoning regarding heat, work, and the first law of thermodynamics in an introductory calculus-based general physics course. *American Journal of Physics*, 72 (11), 1432–1446.
- Millar, R., 2005. Teaching about energy. Department of Educational Studies, University of York, York, UK.
- Miller, C. K. and Peterson, R. L., 2003. Creating a positive climate: Cooperative learning. Safe and Responsive Schools, http://www.indiana.edu/~safeschl/cooperative_learning.pdf (21.09.2007).
- Nordholm, S., 1997. In defence of thermodynamics- An animate analogy. *Journal of Chemical Education*, 74 (3), 273-275.
- Norman G. R. and Schmidt H. G., 1992. The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. *Academic Medicine*, 67 (9), 557–565.
- Nowak, J. A. and Plucker, J. A., 1999. Do as I say, not as I do? Student assesment in problem based learning. *Assesment in Problem Based Learning*, <http://www.indiana.edu/~legobots/q515/pbl.html> (21.09.2007).
- Ochs, R. S., 1996. Thermodynamics and spontaneity. *Journal of Chemical Education*, 73 (10), 952–954.
- Odell, J. L., 2005. Student understanding of conservation of energy and mass in introductory university science courses. MS Thesis, The Graduate School, The University of Maine, Orono.
- Özdamar, K., 1999. Paket Programları ile İstatistiksel Veri Analizi. 2. Baskı, KAAN Kitabevi, 535 s, Eskişehir, Türkiye.
- Özmen, H., 2004. Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Techonology*, 3 (1), 14.
- Pascarella, E. and Terenzini P., 1991. Critical thinking: A literature review. *Critical Thinking & Science Education, Scientific Thinking and Education Partnership Program*, http://step.ufl.edu/resources/critical_thinking/index.html (21.08.2007).
- Pelech, J. R., 2006. Benedictine pedagogy through a constructivist lens: Curricular theorizing of a high school math teacher turned college professor. National College of Education, National-Louis University, USA.
- Peterson, R. F. and Treagust D. F., 1998. Learning to teach primary science through problem-based learning. *Science Education*, 82 (2), 215–237.

- Pinto', R., Couso, D. and Gutierrez, R., 2005. Using research on teachers' transformations of innovations to inform teacher education; The case of energy degradation. *Science Education*, 89 (1), 38–55.
- Pithers, R. T. and Soden, R., 2000. Critical thinking in education: A review. *Educational Research*, 42 (3), 237–249.
- Ronis, D., 2001. *Problem-based Learning for Math and Science: Integrating Inquiry and the Internet*. SkyLight Publishing, 182 p, Illinois, USA.
- Savery, J. R., 2006. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1 (1), 9–20.
- Savery, J. R. and Duffy, T. M., 1995. Problem-based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35 (5), 31–38.
- Savin-Baden, M., 2000. *Problem-based learning in higher education: Untold stories*. Society for Research into Higher Education, Open University Press, 161 p, UK.
- Savin-Baden, M. and Major, C. H., 2004. *Foundation of Problem-based Learning*. Society for Research into Higher Education, Open University Press, 197 p, UK.
- Serin, G. ve Eryılmaz, A., 2006. Probleme dayalı öğrenme yönteminde kullanılacak senaryoların geliştirilme sürecine örnek bir yaklaşım. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara, Türkiye.
- Smith, C. A., 1995. Features section: problem based learning. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 23 (3), 149–152.
- Solomon, J., 1985. Teaching the conservation of energy. *Physics Education*, 20, 165–170.
- Sonmez, D. and Lee H., 2003. Problem-based learning in science. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education, ERIC Digest ED-SE-03-04, 1–2.
- Sözbilir, M., 2001. A study of undergraduates' understandings of key chemical ideas in thermodynamics. PhD thesis, The University of York, York, UK.
- Springer, L., Stanne, M. E. and Donovan S. S. 1999. Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 69 (1), 21-51.
- Sungur, S. and Tekkaya, C., 2006. Effects of problem-based learning and traditional instruction on self-regulated learning. *The Journal of Educational Research*, 99 (5), 307–317.
- Sungur, S., Tekkaya, C. and Geban, Ö., 2006. Improving achievement through problem-based learning. *Journal of Biological Education*, 40 (4), 155–160.
- Şenocak, E., 2005. Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının maddenin gaz hali konusunun öğretimine etkisi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Şenocak, E. ve Taşkesenligil, Y., 2005. Probleme dayalı öğrenme ve fen eğitiminde uygulanabilirliği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13 (2), 359–366.
- Tavukcu, K., 2006. Fen bilgisi dersinde probleme dayalı öğrenmenin öğrenme ürünlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak, Türkiye.
- Taylor, P. C., Fraser, B. J. and Fisher, D. L., 1997. Monitoring constructivist classroom learning environments. *International Journal of Educational Research*, 27 (4), 293–302.

- Thomas, P. L. and Schwenz, R. W., 1998. College physical chemistry students' conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics. *Journal Research in Science Teaching*, 35 (10), 1151–1160.
- Treptow R. S., 2005. $E=mc^2$ for the chemist: When is mass conserved? *Journal of Chemical Education*, 82 (11), 1636–1641.
- Trumper, R., 1997. The need for change in elementary school teacher training: the case of the energy concept as an example. *Educational Research*, 39 (2), 157-174.
- Uden, L. and Beaumont, C., 2006. *Techonology and Problem-Based Learning*. Information Science Publishing, 344 p, London, UK.
- Visser, Y. L., 2002. Effects of problem-based and lecture-based instructional strategies on problem solving performance and learner attitudes in a high school genetics class. The 2002 Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA. <http://www.learndev.org/dl/aera-pbl-ylv.pdf> (21.08.2007).
- Ward, J. D. and Lee C. L., 2002. A review of problem-based learning. *Journal of Family and Consumer Sciences Education*, 20 (1), 16–26.
- Walsh, A., 2005. The tutor in problem-based learning: a novice's guide. Ed: Sciarra, E. F., McMaster University, Faculty of Health Sciences, Canada.
- Waters, R. and McCracken, M., 1997. Assessment and evaluation in problem-based learning. *Frontiers in Education Conference, 1997. 27th Annual Conference*, Pittsburgh, PA, USA.
- Weiss, R. E., 2003. Designing problems to promote higher-order thinking. *New Directions for Teaching and Learning*, 95, 25–31.
- White, R. T., 1998. Research, theories of learning, principles of teaching and classroom practice: Examples and issues. *Studies in Science Education*, 31, 55–70.
- Williams, B A., 2001. Introductory physics: A problem-based model. *The Power of Problem-Based Learning*, Eds: Duch, B. J., Groh, S. E. and Allen, D. E., Sterling, Virginia, 251-265.
- Wood, E. J., 2004. Problem-based learning. *Acta Biochimica Polonica*, 51 (2), 21–26.
- Wragg, E. C., 1994. *An Introduction to Classroom Observation*. Routledge, 136 p, New York, USA.
- Yaman, S., 2005. Fen bilgisi öğretiminde probleme dayalı öğrenmenin mantıksal düşünme becerisinin gelişimine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2 (1), 56–70.
- Yaman, S. ve Yalçın, N., 2005a. Fen bilgisi öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının yaratıcı düşünme becerisine etkisi, *İlköğretim-Online*, 4 (1), 42-52.
- Yaman, S. ve Yalçın, N., 2005b. Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının problem çözme ve öz-yeterlik inanç düzeylerinin gelişimine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 29, 229–236.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2000. *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. 2. Baskı, Seçkin Yayıncılık, 241 s, Ankara, Türkiye.

EKLER**EK 1** **TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ KANUNU**
AKADEMİK BAŞARI TESTİ

Öğrencinin Adı ve Soyadı: _____
Sınıfı: _____

Aşağıda 1–18 arasındaki çoktan seçmeli soruları, testin arkasında bulunan cevap kâğıdına kodlayınız.

1) Aşağıda yapılmış olan eşleştirmelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. İnsan = Açık sistem
 - II. Dünya = kapalı sistem
 - III. Düdüklü tencere = İzotermal sistem
 - IV. Buzdolabı = İzole sistem
 - V. Kalorifer peteği = Adyabatik sistem
 - VI. Tenis topu = Kapalı sistem
- a. I. II. ve VI.
 - b. I. III. ve IV.
 - c. IV. V. ve VI.
 - d. II. ve V.
 - e. I. ve VI.

2) Aşağıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. Sistem iş ve ısı şeklinde iki enerji türüne sahiptir.
 - II. Güneşli bir günde insanlar ısı kazanırlar.
 - III. Isı, sıcaklık farkından kaynaklanan enerji alışverişidir.
 - IV. Sistem sınırlarının genişlemesi veya daralması durumunda iş yapılır.
 - V. İki cisim şayet aynı sıcaklıkta ise sahip oldukları ısılarda eşittir.
 - VI. İş bir kuvvetin belirli bir yol boyunca etkide bulunması sonucu oluşan enerji aktarımıdır.
- a. I. II. ve VI
 - b. I. III. ve VI
 - c. III. IV. ve VI
 - d. I. II. ve V.
 - e. III. IV. V. ve VI.

3) Bir çocuğun, elindeki balonla bir ısıtıcıya doğru yaklaşması durumunda, sistem olarak düşündüğümüz balon için aşağıdakilerden hangisi geçerlidir?

- a. $+w, -q$
- b. $-w, +q$
- c. $-w, -q$
- d. $+w, +q$
- e. $w = 0, +q$

4) Açık ortamda gerçekleştirilen aşağıdaki reaksiyonlar için yapılan eşleştirmelerden hangisi yanlıştır? (-w: sistemden çevreye karşı yapılan iş, +w: çevreden sisteme karşı yapılan iş)

- a. $\text{Hg(s)} \rightarrow \text{Hg(g)}$ - w
 b. $3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{g})$ +w
 c. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O(k)} \rightarrow \text{CuSO}_4(\text{k}) + 5\text{H}_2\text{O(g)}$ - w
 d. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HF(g)}$ w=0
 e. $\text{C(k)} + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO (g)}$ +w

5) Bir gazı üçte bir hacme sıkıştırmak için yapılan iş 126j dır. Sıkıştırma sonucunda 42j lük bir enerji ısı yoluyla çevreye yayılıyor. Gazdaki enerji değişimi nedir?

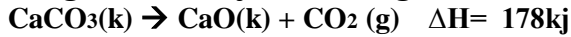
- a. - 168
 b. +168
 c. - 84
 d. +84
 e. 0

6) Enerji bir sistemin sınırlarını hangi biçimlerde geçebilir?

- I. Entalpi
 II. Isı
 III. Sıcaklık
 IV. İş
 V. İç enerji

- a. I ve V
 b. II ve III
 c. I, III ve V
 d. II ve IV
 e. III ve IV

7) 4 mol sönmüş kireç, 500K ve 1 atm basınç altında aşağıdaki reaksiyonu verdiğinde iç enerjisindeki değişim ne olur bulunuz. (R= 8 j/Kmol)



- a. 162kj
 b. 16kj
 c. 178kj
 d. -194kj
 e. 194kj

8) Bir tahta parçasının tamamen yanması olayındaki entalpi değişimi -273kj dür. Bu olayla ilgili olarak aşağıda belirtilen ifadelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- I. Azalan kütle mc^2 değerinde enerjiye dönüşmüştür.
 - II. Yanma olayının gerçekleşmesi için 273 kj enerji gerekir.
 - III. Oluşan ürünlerin iç enerjileri 0'dır
 - IV. Odunun sahip olduğu enerjinin bir kısmı atıl hale gelmiştir.
 - V. Yeni kimyasal bağlar oluşmuştur.
- a. I ve IV
 - b. I, II ve III
 - c. Yalnız IV
 - d. II ve V
 - e. IV ve V

9) Aşağıdaki reaksiyonların hangisinde entalpi değişimi ile iç enerji değişimi aynıdır?

- a. $\text{CaH}_2(\text{k}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{Ca}(\text{aq}) + 2\text{OH}(\text{aq}) + 2\text{H}_2(\text{g})$
- b. $1/2\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{I}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HI}(\text{g})$
- c. $\text{NO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g})$
- d. $2\text{NaN}_3(\text{k}) \rightarrow 2\text{Na}(\text{s}) + 3\text{N}_2(\text{g})$
- e. $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$

10) Aşağıdakilerden hangisi termodinamiğin 1. kanununun bir ifadesi olamaz?

- a. Sistemle çevresi arasındaki etkileşimlerde toplam enerji sabit kalır.
- b. Enerji vardan yok yoktan var edilemez.
- c. Sistemde kaybedilen enerji çevre tarafından, çevreden kaybedilen enerji ise sistem tarafından kazanılır.
- d. Enerji bir formdan diğerine dönüşmedikçe miktar olarak sabit kalır.
- e. İzole bir sistemin iç enerjisi sabit kalır.

11) $\text{C}(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \Delta\text{H}=130\text{kJ/mol}$ reaksiyonunda $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ için $\Delta\text{H}_{\text{oluşum}} = -240\text{kJ/mol}$ olduğuna göre $\text{CO}(\text{g})$ in standart oluşum entalpisini bulunuz.

- a. -370 kj/mol
- b. -110 kj/mol
- c. 0 kj/mol
- d. +110 kj/mol
- e. +370 kj/mol

12) Zıplayan bir topun zamanla durması olayı ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi veya hangileri söylenemez?

- I. Topun sahip olduğu iç enerji artmıştır
- II. Bu olay enerji korunumu kanununun bir istisnasıdır.
- III. Topun enerjisinin büyük bir kısmı çevreye aktarılmıştır.
- IV. Son durumda top için kinetik enerji ve potansiyel enerjilerden söz edilemez.
- V. Top çevreye aktardığı enerjiyi tekrar geriye kazanabilir.

- a. Yalnız I
- b. I ve II
- c. II, IV ve V
- d. III ve IV
- e. I ve V

13) “Kademeler halinde gerçekleşen bir işlemin entalpi değişimi, her bir kademelerin entalpi değişimlerinin toplamına eşittir” ifadesi ile aşağıdakilerden hangisi tanımlanmıştır?

- a. Termodinamiğin birinci kanunu
- b. Hal fonksiyonu
- c. Standart oluşum entalpisi
- d. Hess kanunu
- e. Sabit hacim kalorimetresi

14) Aşağıda belirtilen besin ve yakıtlarla ilgili ifadelerden hangisi veya hangileri doğrudur?

- I. Enerji yiyecek ve yakıtlarda depo edilmiş haldedirler.
- II. Günlük hayatta yaptığımız işler, vücudumuza aldığımız besinlerin yanmasıyla açığa çıkan ısıdan sağlanır.
- III. Bağ kırılması enerji açığa çıkarırken bağ oluşumları için enerji gereklidir.
- IV. Kimyasal enerji bir molekülün atomları arasındaki kuvvetlerle ilgilidir.
- V. Besin ve yakıtların enerji miktarı, moleküller arası etkileşimler ile ilişkilidir.

- a. I,II ve III
- b. II, III ve V
- c. I, II, III ve IV
- d. Yalnız II
- e. IV ve V

15) Aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri bir hal fonksiyonu değildir?

- I. Entalpi
- II. Isı
- III. İç enerji
- IV. Basınç
- V. İş
- VI. Hacim
- VII. Sıcaklık

- a. I ve III
- b. Yalnız II
- c. I, III, VI ve VII
- d. II ve V
- e. IV, VI ve VII

16) Soğuk beton üzerinde duran bir futbol topunun zamanla havasının inmesi olayında aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri gerçekleşmektedir?

- I. İş
- II. Topun iç enerjisinde artma
- III. Isı
- IV. Kinetik enerji değişimi
- V. Kimyasal enerji değişimi

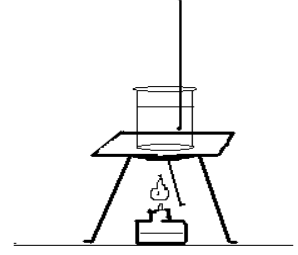
- a. I, III ve IV
- b. Yalnız III
- c. II ve V
- d. IV ve V
- e. III ve V

17) $2A(k) + B_2O_3(g) \rightarrow 2B(s) + A_2O_3(s) \quad \Delta H_x > 0$

Reaksiyonu kademeler halinde gerçekleştirilerek yine aynı ürünler elde edildiğinde de toplam entalpi değişiminin ΔH_x e eşit olduğu görülüyor. Bu durum aşağıdakilerden hangisini gösterir?

- a. Entalpi değişiminin basınç hacim işi tarafından etkilenmediğini
- b. Entalpinin bir hal fonksiyonu olduğunu
- c. Elementel haldeki maddelerin standart oluşum entalpilerinin sıfır kabul edildiğini
- d. Endotermik reaksiyonlarda enerji transferlerinin sadece ısı şeklinde gerçekleştiğini
- e. Entalpi değişiminin, hal değişiminin var olduğu reaksiyonlarda iç enerjiden farklı olduğunu

18) Şekildeki su dolu beher, içinde etanol bulunan bir ocakla ısıtılmaktadır. Suyun aldığı enerji bulunarak etanolün bir molünün yanmasıyla ortaya çıkan enerji miktarı (molar yanma ısı) miktarına ulaşılmaya çalışılmaktadır. Fakat her denemede etanolün molar yanma ısı, olması gerekenden daha düşük çıkmaktadır. Aşağıdakilerden hangisi enerjinin korunumuna ters olan bu durumun oluşmaması için deneyde yapılabilecek düzenlemelerden biri değildir.



- a. Deney düzeneği izole bir kap içerisinde kurmak
- b. Sac ayakta oluşan sıcaklık değişimini bulmak
- c. Tel amyantın enerji değişimini bulmak
- d. Buharlaşan su miktarını bulmak
- e. Beher içerisindeki suyun miktarını artırmak

Aşağıdaki soruları cevaplamak için hemen alt tarafında bulunan boşlukları kullanınız.

19. Enerjinin korunumu kanununu açıklayınız. Çevrenizde bu kanununa istisna teşkil edebilecek olaylar var mı? Varsa örnekleriyle yazınız.

20. Piston silindir düzeneğindeki bir gaz sıkıştırılmakta ve bunun sonucu olarak sıcaklığı artmaktadır. Burada gaz için ısı ve iş etkileşimlerinden hangisi söz konusudur. Açıklayınız.

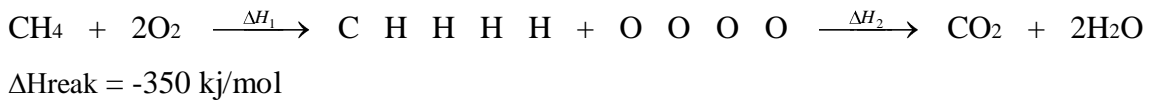
21. Sabit basınçta gerçekleşen reaksiyonlardaki maddeler için özgül ısı yerine özgül enerji teriminin kullanılmasının daha doğru olacağı belirtilmektedir. Bu düşüncenin sebebini tartışınız $\Delta H = m.c. \Delta T$

cv : özgül ısı

cp : özgül enerji

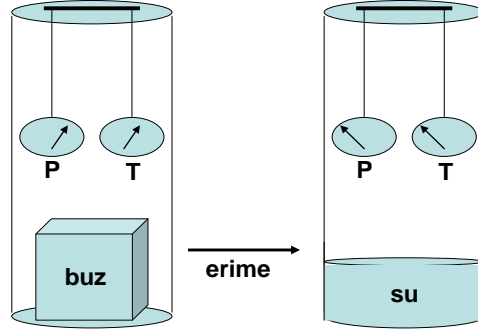
22. 60 km hızla giden bir kamyon trafik ışıklarına gelince duruyor. Bu kamyonun önceden sahip olduğu enerjiye ne olur? Açıklayınız.

23. Aşağıdaki reaksiyonda; birinci adımda moleküller atomlarına ayrışmakta, ikinci adımda ise yeni moleküller oluşmaktadır. Her iki adımdaki (ΔH_1 , ΔH_2) entalpi değişikliklerinin işaretlerini ve büyüklüklerini kıyaslayınız.

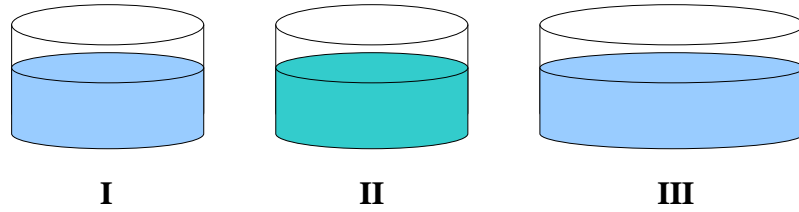


24. Isı ve sıcaklık birer hal fonksiyonu mudurlar? Sebepleriyle izah ediniz.

25. İzole bir kutuya bırakılan buz kalıbı bir müddet sonra tamamen eriyerek su haline geliyor. Kutu tavanına asılı durumdaki termometre (T) ve barometreden (B) sıcaklık ve basınçta düşüş olduğu gözlenmektedir. Kutu, içindekilerle beraber bir sistem olarak düşünülürse bu sistemin buzun erimesinden önceki ve sonraki iç enerjileri hakkında neler söylenebilir?



26.



Şekildeki özdeş kaplardan I ve III te su, II nolu kaptada alkol bulunmaktadır. Başlangıçta 20 C de bulunan sıvılar aynı ocak üzerinde 10 dakika boyunca ısıtılıyorlar. Süre sonunda kaptaki sıvıların sıcaklıkları sırasıyla 60, 70 ve 40 C oluyor. Sıvıların farklı sıcaklıklar kazanmasının sebebini izah ediniz.

CEVAP ANAHTARI:

Sorular	A	B	C	D	E
1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E

*** Cevaplamak için düşündüğünüz seçeneğin bulunduğu kutucuk üzerine X şeklinde işaret koyunuz.**

EK 2**BİLİMSEL İŞLEM BECERİ TESTİ**

Öğrencinin Adı ve Soyadı: _____
Sınıfı: _____

SEVGİLİ ÖĞRENCİLER, bu test özellikle, karşınıza çıkabilecek karmaşık gibi görünen problemleri analiz edebilme kabiliyetinizi ortaya çıkarabilmesi açısından çok faydalıdır. Bu test içinde problemdeki değişkenleri tanımlayabilme, hipotez kurma ve tanımlama, işlemsel açıklamalar getirebilme, problemin çözümü için gerekli incelemelerin tasarlanması, grafik çizme ve verileri yorumlayabilme yeteneklerini ölçebilen sorular bulunmaktadır. Her soruyu okuduktan sonra kendinizce uygun seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir basketbol antrenörü, oyuncularının güçsüz olmasından dolayı maçları kaybettiklerini düşünmektedirler. Güçlerini etkileyen faktörleri araştırmaya karar verir. Antrenör, oyuncuların gücünü etkileyip etkilemediğini ölçmek için aşağıdaki değişkenlerden hangisini incelemelidir?

- a. Her oyuncunun almış olduğu günlük vitamin miktarını.
- b. Günlük ağırlık kaldırma çalışmalarının miktarını.
- c. Günlük antrenman süresini.
- d. Yukarıdakilerin hepsini.

2. Arabaların verimliliğini inceleyen bir araştırma yapılmaktadır. Sınanan hipotez, benzine katılan bir katkı maddesinin arabaların verimliliğini artırdığı yolundadır. Aynı tip beş arabaya aynı miktarda benzin fakat farklı miktarlarda katkı maddesi konur. Arabalar benzinleri bitinceye kadar aynı yol üzerinde giderler. Daha sonra her arabanın aldığı mesafe kaydedilir. Bu çalışmada arabaların verimliliği nasıl ölçülür?

- a. Arabaların benzinleri bitinceye kadar geçen süre ile.
- b. Her arabanın gittiği mesafe ile.
- c. Kullanılan benzin miktarı ile.
- d. Kullanılan katkı maddesinin miktarı ile.

3. Bir araba üreticisi daha ekonomik arabalar yapmak istemektedir. Araştırmacılar arabanın litre başına alabileceği mesafeyi etkileyebilecek değişkenleri araştırmaktadırlar. Aşağıdaki değişkenlerden hangisi arabanın litre başına alabileceği mesafeyi etkileyebilir?

- a. Arabanın ağırlığı.
- b. Motorun hacmi.
- c. Arabanın rengi.
- d. a ve b.

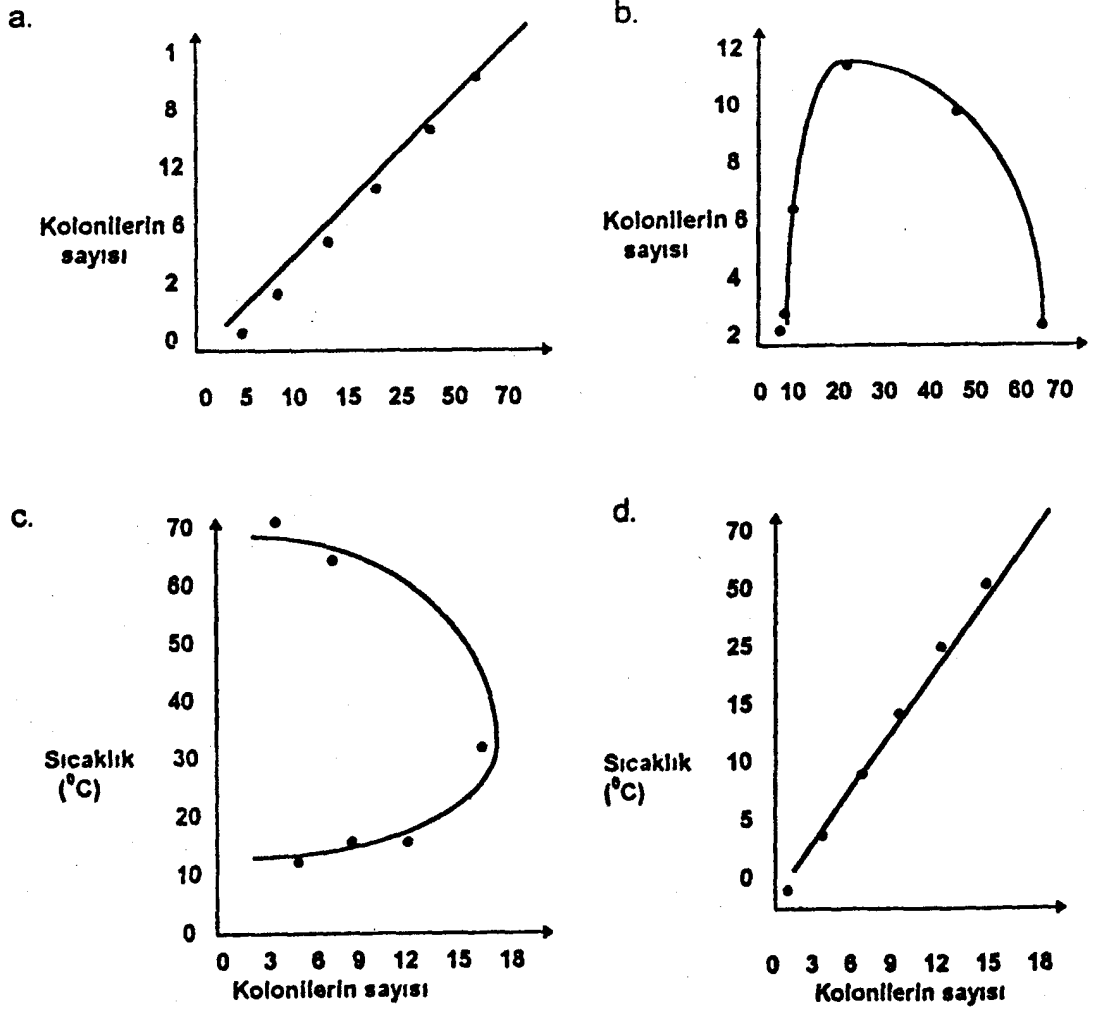
4. Ali bey evini ısıtmak için komşularından daha çok para ödemesinin sebeplerini merak etmektedir. Isınma giderlerini etkileyen faktörleri araştırmak için bir hipotez kurar. Aşağıdakilerden hangisi bu araştırmada sınanmaya uygun bir hipotez değildir?

- a. Evin çevresindeki ağaç sayısı ne kadar az ise ısınma gideri o kadar fazladır.
- b. Evde ne kadar çok pencere ve kapı varsa ısınma gideri de o kadar fazla olur.
- c. Büyük evlerin ısınma giderleri fazladır.
- d. Isınma giderleri arttıkça ailenin daha ucuza ısınma yolları araması gerekir.

5. Fen sınıfından bir öğrenci sıcaklığın bakterilerin gelişimi üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Yaptığı deney sonucunda, öğrenci aşağıdaki verileri elde etmiştir:

Deney odasının sıcaklığı (°C)	Bakteri kolonilerinin sayısı
5	0
10	2
15	6
25	12
50	8
70	1

Aşağıdaki grafiklerden hangisi bu verileri doğru olarak göstermektedir?



6. Bir polis şefi arabaların hızının azaltılması ile uğraşmaktadır. Arabaların hızını etkileyebilecek bazı faktörler olduğunu düşünmektedir. Sürücülerin ne kadar hızlı araba kullandıklarını aşağıdaki hipotezlerin hangisi ile sınavabilir?

- Daha genç sürücülerin daha hızlı araba kullanma olasılığı yüksektir.
- Kaza yapan arabalar ne kadar büyükse, kaza sayısı o kadar az olur.
- Yollarda ne kadar çok polis ekibi olursa, kaza sayısı o kadar az olur.
- Arabalar eskidikçe kaza yapma olasılıkları artar.

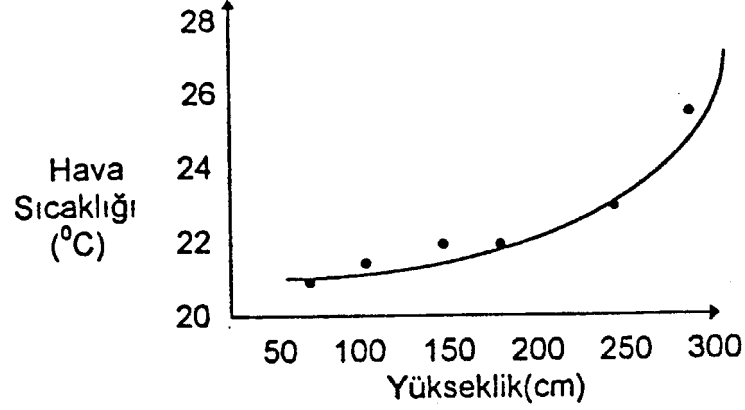
7. Bir fen sınıfında, tekerlek yüzeyi genişliğinin tekerleğin daha kolay yuvarlanması üzerine etkisi araştırılmaktadır. Bir oyuncak arabaya geniş yüzeyli tekerlek takılır, önce bir rampadan (eğik düzlem) aşağı bırakılır ve daha sonra düz bir zemin üzerinde gitmesi sağlanır. Deney, aynı arabaya daha dar yüzeyli tekerlekler takılarak tekrarlanır. Hangi tip tekerleğin daha kolay yuvarlandığı nasıl ölçülür?

- a. Her deneyde arabanın gittiği toplam mesafe ölçülür.
- b. Rampanın (eğik düzlem) eğim açısı ölçülür.
- c. Her iki deneyde kullanılan tekerlek tiplerinin yüzey genişlikleri ölçülür.
- d. Her iki deneyin sonunda arabanın ağırlıkları ölçülür.

8. Bir çiftçi daha çok mısır üretebilmenin yollarını aramaktadır. Mısırların miktarını etkileyen faktörleri araştırmayı tasarlar. Bu amaçla aşağıdaki hipotezlerden hangisini sınavabilir?

- a. Tarlaya ne kadar çok gübre atılırsa, o kadar çok mısır elde edilir.
- b. Ne kadar çok mısır elde edilirse, kar o kadar fazla olur.
- c. Yağmur ne kadar çok yağarsa, gübrenin etkisi o kadar çok olur.
- d. Mısır üretimi arttıkça, üretim maliyeti de artar.

9. Bir odanın tabandan itibaren değişik yüzeylerdeki sıcaklıklarla ilgili bir çalışma yapılmış ve elde edilen veriler aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişki nedir?

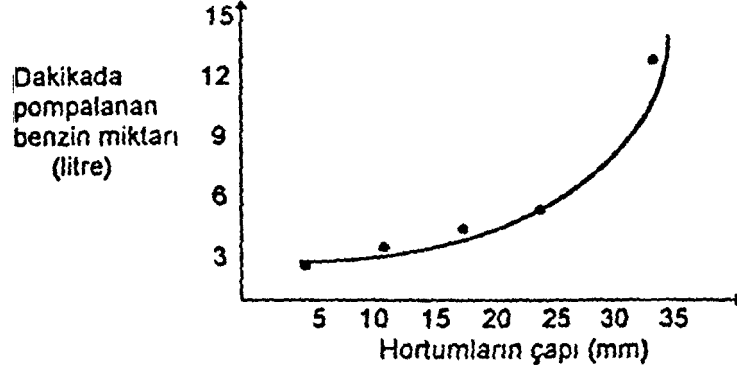


- a. Yükseklik arttıkça sıcaklık azalır. c. Sıcaklık arttıkça yükseklik azalır.
- b. Yükseklik arttıkça sıcaklık artar. d. Yükseklik ile sıcaklık arasında bir ilişki yoktur.

10. Ahmet, basketbol topunun içindeki hava arttıkça, topun daha yükseğe sıçradığını düşünmektedir. Bu hipotezi araştırmak için birkaç basketbol topu alır ve içlerine farklı miktarda hava pompalar. Ahmet hipotezini nasıl sınamalıdır?

- a. Topları aynı yükseklikten fakat değişik hızlarla yere vurur.
- b. İçlerinde farklı miktarlarda hava olan topları, aynı yükseklikten yere bırakır.
- c. İçlerinde aynı miktarlarda hava olan topları, zeminle farklı açılardan yere vurur.
- d. İçlerinde aynı miktarlarda hava olan topları, farklı yüksekliklerden yere bırakır.

11. Bir tankerden benzin almak için farklı genişlikte 5 hortum kullanılmaktadır. Her hortum için aynı pompa kullanılır. Yapılan çalışma sonunda elde edilen bulgular aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Aşağıdakilerden hangisi değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır?

- Hortumun çapı genişledikçe dakikada pompalanan benzin miktarı da artar.
- Dakikada pompalanan benzin miktarı arttıkça, daha fazla zaman gerekir.
- Hortumun çapı küçüldükçe dakikada pompalanan benzin miktarı da artar.
- Pompalanan benzin miktarı azaldıkça, hortumun çapı genişler.

Önce aşağıdaki açıklamayı okuyunuz ve daha sonra **12**, **13**, **14** ve **15** inci soruları açıklama kısmından sonra verilen paragrafı okuyarak cevaplayınız.

Açıklama: Bir araştırmada, bağımlı değişken bir takım faktörlere bağımlı olarak gelişim gösteren değişkendir. Bağımsız değişkenler ise bağımlı değişkene etki eden faktörlerdir. Örneğin araştırmanın amacına göre kimya başarısı bağımlı bir değişken olarak alınabilir ve ona etki edebilecek faktör veya faktörler de bağımsız değişkenler olurlar.

Ayşe, güneşin karaları ve denizleri aynı derecede ısıtıp ısıtmadığını merak etmektedir. Bir araştırma yapmaya karar verir ve aynı büyüklükte iki kova alır bunlardan birini toprakla, diğerini de su ile doldurur ve aynı miktarda güneş ısısı alacak şekilde bir yere koyar. 08.00-18.00 saatleri arasında her saat başı sıcaklıklarını ölçer.

12. Araştırmada aşağıdaki hipotezlerden hangisi sınanmıştır?

- a.** Toprak ve su ne kadar çok güneş ışığı alırlarsa, o kadar ısınırlar.
- b.** Toprak ve su güneş altında ne kadar fazla kalırlarsa, o kadar çok ısınırlar.
- c.** Güneş farklı maddeleri farklı derecede ısıtır.
- d.** Günün farklı saatlerinde güneşin ısısı da farklı olur.

13. Araştırmada aşağıdaki değişkenlerden hangisi kontrol edilmiştir?

- a.** Kovadaki suyun cinsi.
- b.** Toprak ve suyun sıcaklığı.
- c.** Kovalara koyulan maddenin türü.
- d.** Her bir kovanın güneş altında kalma süresi.

14. Araştırmada bağımlı değişken hangisidir?

- a.** Kovadaki suyun cinsi.
- b.** Toprak ve suyun sıcaklığı.
- c.** Kovalara koyulan maddelerin türü.
- d.** Her bir kovanın güneş altında kalma süresi.

15. Araştırmada bağımsız değişken hangisidir?

- a.** Kovadaki suyun cinsi.
- b.** Toprak ve suyun sıcaklığı.
- c.** Kovalara koyulan maddelerin türü.
- d.** Her bir kovanın güneş altında kalma süresi.

16. Can, yedi ayrı bahçedeki çimenleri biçmektedir. Çim biçme makinesiyle her hafta bir bahçedeki çimenleri biçer. Çimenlerin boyu bahçelere göre farklı olup bazılarında uzun bazılarında kısadır. Çimenlerin boyları ile ilgili hipotezler kurmaya başlar. Aşağıdakilerden hangisi sınanmaya uygun bir hipotezdir?

- a. Hava sıcakken çim biçmek zordur.
- b. Bahçeye atılan gübrenin miktarı önemlidir.
- c. Daha çok sulanan bahçedeki çimenler daha uzun olur.
- d. Bahçe ne kadar engebeliyse çimenleri kesmekte o kadar zor olur.

17, 18, 19 ve 20 nci soruları aşağıda verilen paragrafi okuyarak cevaplayınız.

Murat, suyun sıcaklığının, su içinde çözünebilecek şeker miktarını etkileyip etkilemediğini araştırmak ister. Birbirinin aynı dört bardağın her birine 50 şer mililitre su koyar. Bardaklardan birisine 0 °C de, diğerlerine de sırayla 50 °C, 75 °C ve 95 °C sıcaklıkta su koyar. Daha sonra her bir bardağa çözünebileceği kadar şeker koyar ve karıştırır.

17. Bu araştırmada sınanan hipotez hangisidir?

- a. Şeker ne kadar çok suda karıştırılırsa o kadar çok çözünür.
- b. Ne kadar çok şeker çözünürse, su o kadar tatlı olur.
- c. Sıcaklık ne kadar yüksek olursa, çözünen şekerin miktarı o kadar fazla olur.
- d. Kullanılan suyun miktarı arttıkça sıcaklığı da artar.

18. Bu araştırmada kontrol edilebilen değişken hangisidir?

- a. Her bardakta çözünen şeker miktarı.
- b. Her bardağa konulan su miktarı.
- c. Bardakların sayısı.
- d. Suyun sıcaklığı.

19. Araştırmanın bağımlı değişkeni hangisidir?

- a. Her bardakta çözünen şeker miktarı.
- b. Her bardağa konulan su miktarı.
- c. Bardakların sayısı.
- d. Suyun sıcaklığı.

20. Araştırmadaki bağımsız değişken hangisidir?

- a. Her bardakta çözünen şeker miktarı.
- b. Her bardağa konulan su miktarı.
- c. Bardakların sayısı.
- d. Suyun sıcaklığı.

21. Bir bahçıvan domates üretimini artırmak istemektedir. Değişik birkaç alana domates tohumu eker. Hipotezi, tohumlar ne kadar çok sulanırsa, o kadar çabuk filizleneceğidir. Bu hipotezi nasıl sınar?

- a. Farklı miktarlarda sulanan tohumların kaç günde filizleneceğine bakar.
- b. Her sulamadan bir gün sonra domates bitkisinin boyunu ölçer.
- c. Farklı alanlardaki bitkilere verilen su miktarını ölçer.
- d. Her alana ektiği tohum sayısına bakar.

22. Bir bahçıvan tarlasındaki kabaklarda yaprak bitleri görür. Bu bitleri yok etmek gereklidir. Kardeşi “Kling” adlı tozun en iyi böcek ilacı olduğunu söyler. Tarım uzmanları ise “Acar” adlı spreyn daha etkili olduğunu söylemektedir. Bahçıvan altı tane kabak bitkisi seçer. Üç tanesini tozla, Üç tanesini de spreyle ilaçlar. Bir hafta sonra her bitkinin üzerinde kalan canlı bitleri sayar. Bu çalışmada böcek ilaçlarının etkinliği nasıl ölçülür?

- a. Kullanılan toz ya da spreyn miktarı ölçülür.
- b. Toz ya da spreyle ilaçlandıktan sonra bitkilerin durumları tespit edilir.
- c. Her fidede oluşan kabağın ağırlığı ölçülür.
- d. Bitkiler üzerinde kalan bitler sayılır.

23. Ebru, bir alevin belli bir zaman süresi içinde meydana getireceği ısı enerjisi miktarını ölçmek ister. Bir kabın içine bir litre soğuk su koyar ve 10 dakika süreyle ısıtır. Ebru, alevin meydana getirdiği ısı enerjisini nasıl ölçer?

- a.** 10 dakika sonra suyun sıcaklığında meydana gelen değişmeyi kaydeder.
- b.** 10 dakika sonra suyun hacminde meydana gelen değişmeyi ölçer.
- c.** 10 dakika sonra alevin sıcaklığını ölçer.
- d.** Bir litre suyun kaynaması için geçen zamanı ölçer.

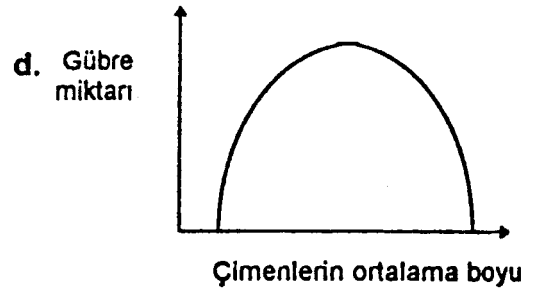
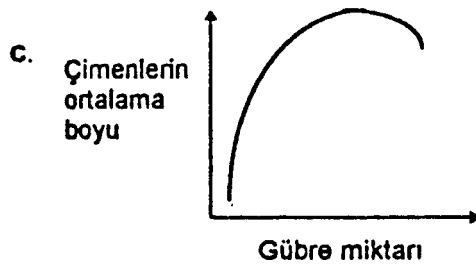
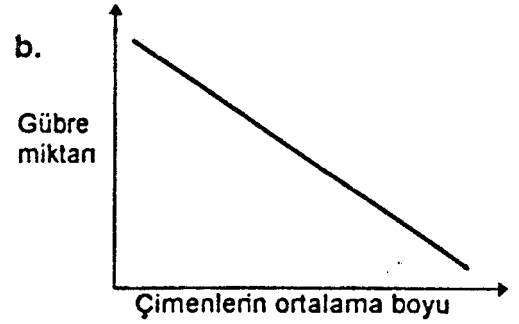
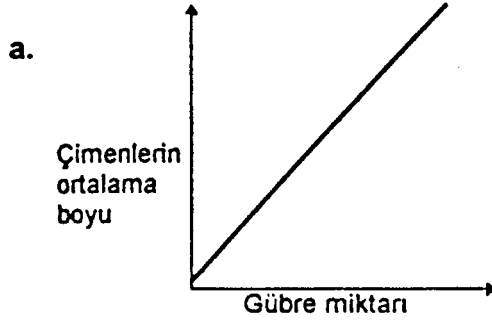
24. Ahmet, buz parçacıklarının erime süresini etkileyen faktörleri merak etmektedir. Buz parçalarının büyüklüğü, odanın sıcaklığı ve buz parçacıklarının şekli gibi faktörlerin erime süresini etkileyebileceğini düşünür. Daha sonra şu hipotezi sınamaya karar verir: Buz parçalarının şekli erime süresini etkiler. Ahmet bu hipotezi sınamak için aşağıdaki deney tasarımlarından hangisini uygulamalıdır?

- a.** Her biri farklı şekil ve ağırlıkta beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
- b.** Her biri aynı şekilde fakat farklı ağırlıkta beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
- c.** Her biri aynı ağırlıkta fakat farklı şekillerde beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.
- d.** Her biri aynı ağırlıkta fakat farklı şekillerde beş buz parçası alınır. Bunlar farklı sıcaklıkta benzer beş kabın içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.

25. Bir araştırmacı yeni bir gbreyi denemektedir. alışmalarını aynı büyüklükte beş tarlada yapar. Her tarlaya yeni gübresinden değişik miktarlarda karıştırır. Bir ay sonra, her tarlada yetişen imenin ortalama boyunu ölçer. lm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Gübre miktarı (kg)	imenlerin ortalama boyu (cm)
10	7
30	10
50	12
80	14
100	12

Tablodaki verilerin grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



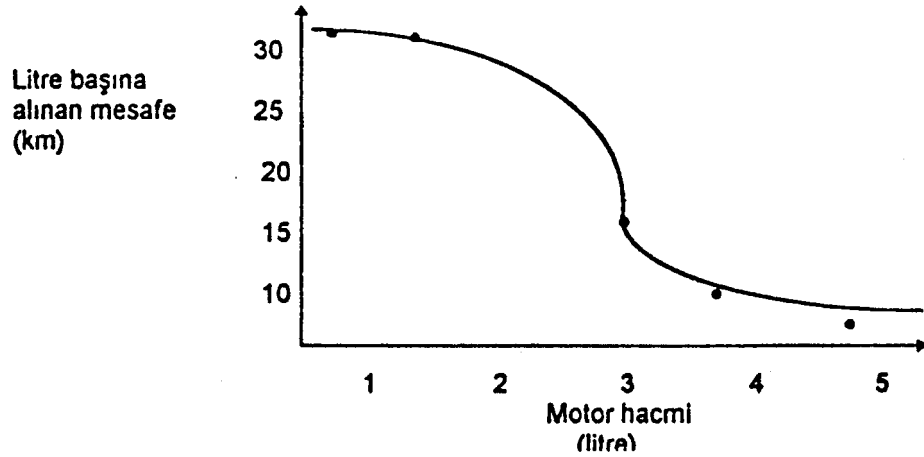
26. Bir biyolog Şu hipotezi test etmek ister: Farelere ne kadar çok vitamin verilirse o kadar hızlı büyürler. Biyolog farelerin büyüme hızını nasıl ölçebilir?

- a. Farelerin hızını ölçer.
- b. Farelerin, günlük uyumadan durabildikleri süreyi ölçer.
- c. Her gün fareleri tartar.
- d. Her gün farelerin yiyeceği vitaminleri tartar.

27. Öğrenciler, Şekerin suda çözünme süresini etkileyebilecek değişkenleri düşünmektedirler. Suyun sıcaklığını, Şekerin ve suyun miktarlarını değişken olarak saptarlar. Öğrenciler, Şekerin suda çözünme süresini aşağıdaki hipotezlerden hangisiyle sınavabilir?

- a. Daha fazla Őekeri çözmek için daha fazla su gereklidir.
- b. Su soğudukça, Őekeri çözebilmek için daha fazla karıŐtırmak gerekir.
- c. Su ne kadar sıcaksa, o kadar çok Şeker çözünecektir.
- d. Su ısındıkça Şeker daha uzun sürede çözünür.

28. Bir araştırma grubu, değişik hacimli motorları olan arabaların randımanlarını ölçer. Elde edilen sonuçların grafiği aşağıdaki gibidir:



Aşağıdakilerden hangisi değişkenler arasındaki ilişkiyi gösterir?

- a. Motor ne kadar büyükse, bir litre benzinle gidilen mesafe de o kadar uzun olur.
- b. Bir litre benzinle gidilen mesafe ne kadar az olursa, arabanın motoru o kadar küçük demektir.
- c. Motor küçüldükçe, arabanın bir litre benzinle gittiği mesafe artar.
- d. Bir litre benzinle gidilen mesafe ne kadar uzun olursa, arabanın motoru o kadar büyük demektir.

29, 30, 31 ve 32 nci soruları aşağıda verilen paragrafı okuyarak cevaplayınız.

Toprağa karıştırılan yaprakların domates üretimine etkisi araştırılmaktadır. Araştırmada dört büyük saksıya aynı miktarda ve tipte toprak konulmuştur. Fakat birinci saksıdaki toprağa 15 kg, ikinciye 10 kg, üçüncüye ise 5 kg çürümüş yaprak karıştırılmıştır. Dördüncü saksıdaki toprağa ise hiç çürümüş yaprak karıştırılmamıştır.

Daha sonra bu saksılara domates ekilmiştir. Bütün saksılar güneşe konmuş ve aynı miktarda sulanmıştır. Her saksıdan elde edilen domates tartılmış ve kaydedilmiştir.

29. Bu araştırmada sınanan hipotez hangisidir?

- a. Bitkiler güneşten ne kadar çok ışık alırlarsa, o kadar fazla domates verirler.
- b. Saksılar ne kadar büyük olursa, karıştırılan yaprak miktarı o kadar fazla olur.
- c. Saksılar ne kadar çok sulanırsa, içlerindeki yapraklar o kadar çabuk çürür.
- d. Toprağa ne kadar çok çürük yaprak karıştırılırsa, o kadar fazla domates elde edilir.

30. Bu araştırmada kontrol edilen değişken hangisidir?

- a. Her saksıdan elde edilen domates miktarı.
- b. Saksılara karıştırılan yaprak miktarı.
- c. Saksılardaki toprak miktarı.
- d. Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı.

31. Araştırmadaki bağımlı değişken hangisidir?

- a. Her saksıdan elde edilen domates miktarı.
- b. Saksılara karıştırılan yaprak miktarı.
- c. Saksılardaki toprak miktarı.
- d. Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı

32. Araştırmadaki bağımsız değişken hangisidir?

- a. Her saksıdan elde edilen domates miktarı.
- b. Saksılara karıştırılan yaprak miktarı.
- c. Saksılardaki toprak miktarı.
- d. Çürümüş yaprak karıştırılan saksı sayısı

33. Bir öğrenci mıknatısların kaldırma yeteneklerini araştırmaktadır. Çeşitli boylarda ve şekillerde birkaç mıknatıs alır ve her mıknatısın çektiği demir tozlarını tartar. Bu çalışmada mıknatısın kaldırma yeteneği nasıl tanımlanır?

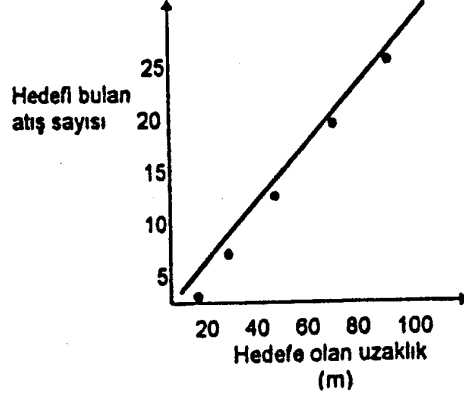
- a. Kullanılan mıknatısın büyüklüğü ile.
- b. Demir tozlarını çeken mıknatısın ağırlığı ile.
- c. Kullanılan mıknatısın şekli ile.
- d. Çekilen demir tozlarının ağırlığı ile.

34. Bir hedefe çeşitli mesafelerden 25 er atış yapılır. Her mesafeden yapılan 25 atıştan hedefe isabet edenler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

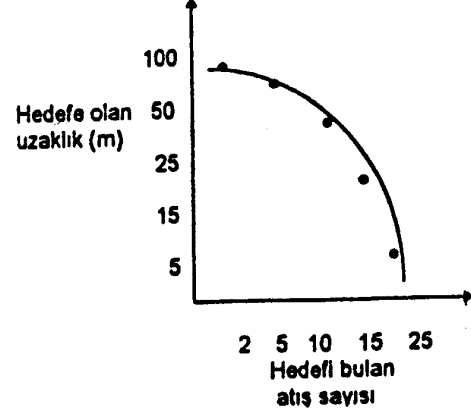
Mesafe (m)	Hedefe vuran atış sayısı
5	25
15	10
25	10
50	5
100	2

Aşağıdaki grafiklerden hangisi verilen bu verileri en iyi şekilde yansıtır?

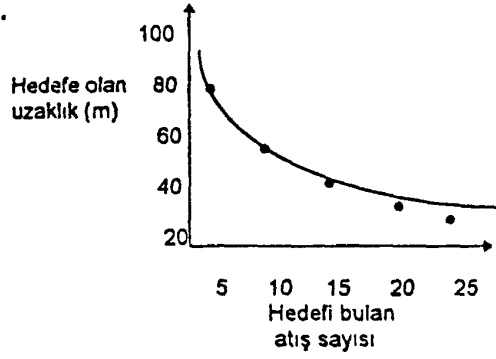
a.



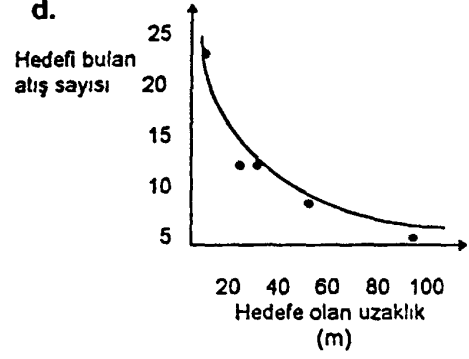
b.



c.



d.



35. Sibel, akvaryumdaki balıkların bazen çok hareketli bazen ise durgun olduklarını gözler. Balıkların hareketliliğini etkileyen faktörleri merak eder. Balıkların hareketliliğini etkileyen faktörleri hangi hipotezle sınayabilir?

- a. Balıklara ne kadar çok yem verilirse, o kadar çok yeme ihtiyaçları vardır.
- b. Balıklar ne kadar hareketli olursa o kadar çok yeme ihtiyaçları vardır.
- c. Suda ne kadar çok oksijen varsa, balıklar o kadar iri olur.
- d. Akvaryum ne kadar ışık alırsa, balıklar o kadar hareketli olur.

36. Murat Bey'in evinde birçok elektrikli alet vardır. Fazla gelen elektrik faturaları dikkatini çeker. Kullanılan elektrik miktarını etkileyen faktörleri araştırmaya karar verir. Aşağıdaki değişkenlerden hangisi kullanılan elektrik enerjisi miktarını etkileyebilir?

- a.** TV nin açık kaldığı süre.
- b.** Elektrik sayacının yeri.
- c.** Çamaşır makinesini kullanma sıklığı.
- d.** a ve c.

EK 3**YAPILANDIRMACI ÖĞRENME ORTAMI ANKETİ****Adı ve Soyadı:****Fakülte no:**

Dikkat! Aşağıda, ısı ve madde dersine ilişkin sizlerin düşüncelerinizi ifade eden cümleler yer almaktadır. Her cümleyi dikkatlice okuduktan sonra bu ifadelere ne kadar katıldığınızı belirtmek için ilgili seçeneklerden birine, X şeklinde işaretleme yapınız.	Her zaman	Sık sık	Bazen	Nadiren	Hiçbir zaman
Dünya hakkında öğrenme					
1. Okul dışındaki dünya hakkında öğreniyorum					
2. Yeni öğrenmelerim okul dışındaki dünya hakkındaki problemlerle başlıyor.					
3. Bilimin nasıl okul dışındaki hayatımın, bir parçası olabileceğini öğreniyorum					
4. Okul dışındaki dünyayı daha iyi anlıyorum.					
5. Okul dışındaki dünya hakkında ilginç şeyler öğreniyorum.					
6. Öğrendiklerimin okul dışındaki dünya ile hiçbir ilgisi yoktur.					
Bilim öğrenme					
7. Bilimin problemlere tam bir cevap sağlayamadığını öğreniyorum					
8. Bilimin zamanla değiştiğini öğreniyorum.					
9. Bilimin insanların değer ve görüşlerinden etkilendiğini öğreniyorum.					
10. Diğer kültürlerdeki insanlar tarafından kullanılan fen hakkında öğreniyorum					
11. Modern bilimin önceki bilimden farklı olduğunu öğreniyorum					
12. Bilimin ileri sürülen teorilerle ilişkili olduğunu öğreniyorum					
Düşündüğünü söylemeyi öğrenmek					
13. Öğretmene bunu niçin öğreniyorum sorusunu sormak benim için normaldir.					
14. Öğretim şeklini sorgulamak benim için normaldir.					
15. Karışık öğretim aktivitelerinden şikâyetçi olmak benim için					

normaldir.					
16. Beni öğrenmeden alıkoyan herhangi bir şeyden şikâyetçi olmak benim için normaldir.					
17. Görüşlerimi açıklamak benim için normaldir.					
18. Doğru olarak bildiklerimi açıkça söylemek benim için normaldir.					
Öğrenmeyi öğrenmek					
19. Öğreneceklerimin planlanmasında benimde katkı oluyor.					
20. Nasıl daha iyi öğrenebileceğime karar verilmesinde benimde katkı oluyor.					
21. Hangi aktivitelerin benim için en iyisi olduğuna karar verilmesinde benimde katkı oluyor.					
22. Öğrenme aktivitelerine ne kadar zaman harcamam gerektiğine karar verilmesinde benimde katkı oluyor.					
23. Hangi aktiviteleri yapacağıma karar verilmesinde benimde katkı oluyor.					
24. Öğrenmelerimin değerlendirilmesinde benimde katkı oluyor.					
İletişim kurmayı öğrenme					
25. Diğer öğrencilerin konuşmalarına fırsat veriyorum					
26. Diğer öğrencilerle problemin nasıl çözüleceği hakkında konuşuyorum					
27. Bildiklerimi diğer öğrencilere de açıklıyorum					
28. Diğer öğrencilerden düşüncelerini açıklamalarını istiyorum					
29. Diğer öğrenciler benden fikirlerimi açıklamamı istiyorlar.					
30. Diğer öğrenciler bana kendi fikirlerini açıklıyorlar.					

EK 4**PROBLEM DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ**

DEĞERLİ ÖĞRETİM ELEMANI, bu ölçek size verilen problem durumlarının, Probleme Dayalı Öğrenme için yeterlilik düzeylerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Problem durumlarını dikkatli bir şekilde okuduktan sonra ölçekte verilen özelliklere sahip olma düzeylerini aşağıda belirtilen şekilde belirlemeniz istenmektedir. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz (Problem senaryoları için **bakınız EK1**, Kazanımlar için **bakınız EK 2**)

<u>Yeterlilik düzeyleri :</u> 3 - Yeterli düzeyde 2 - Orta düzeyde 1 - Zayıf düzeyde	Problemler					
	Termos	Isı mı? Sıcaklık mı?	Enerji Tasarrufu	Atom Bombası	Şifben Zehirlenmesi	Kabarmayan Kek
Dikkat! Her bir problem durumu için belirtilen ifadelerin karşısına 1, 2 veya 3 şeklinde derecelendirme yapınız.						
Probleme Dayalı Öğrenme Probleminin Özellikleri						
1. Problemin sunumu, anlamayı kolaylaştırıcı senaryolarla ve görsel öğelerle zenginleştirilmiştir.						
2. Problem, gerçek dünya ile ilişkili olup öğrencilerde ilgi ve merak uyandırıcıdır.						
3. Öğrenciler ilk karşılaştıklarında problemi tanımları için sorular sormaya ihtiyaç duymaktadırlar yani çözümün inşası için gerekli bilgiler o anda hazır değildir.						
4. Problem; gerçek olaylar, ilgiler ve mantık temelli açıklamalar yapmayı, varsayımlarda bulunmayı ve kararlar vermeyi gerektirmektedir.						
5. Problem, çözüm için bütün grup üyelerinin işbirliğini gerektirecek ölçüde tartışılabilir ve karmaşıktır.						
6. Problem, öğrencilerin ön bilgileri temelinde olup bunları yeni kavramlarla ilişkilendirici niteliktedir.						
7. Problem dersin kazanımlarını kapsamaktadır.						
8. Problem, öğrencilerin bilgi düzeylerini, Bloom'un bilgi ve kavrama seviyelerinden analiz, sentez ve değerlendirme gibi daha yüksek düşünme seviyelerine yükseltebilir niteliktedir.						
9. Problemi çözüme ulaştıran birden fazla yol mevcuttur.						
10. Problem, kendi kendine öğrenmeyi teşvik edici olup, farklı kaynakları kullanarak araştırma yapmaya ve bilimsel süreçleri kullanmaya motive edicidir.						

Uyarı: Problem durumları hakkındaki fikir ve önerilerinizi, problem metinleri üzerinde gerekli düzeltme ve işaretlemeler yaparak belirtiniz.

EK 5**PDÖ'DE TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ KANUNU
KONUSUNA AİT KAZANIMLAR****BİLİŞSEL ALAN ÖĞRENME DÜZEYLERİ****1. Hatırlama**

- a. Enerjinin korunumu kanununu hatırlama
- b. Sistem ve çevre kavramlarının ne anlama geldiğini hatırlama
- c. Sistem türlerini hatırlama
- d. Termodinamiğin birinci kanununun, enerji korunumu kanunu olduğunu hatırlama
- e. Makro ve mikro düzeylerdeki enerji çeşitlerini hatırlama
- f. Isı kavramının ne anlama geldiğini hatırlama
- g. Sıcaklık kavramının ne anlama geldiğini hatırlama
- h. İçenerji kavramının ne anlama geldiğini hatırlama
- ı. Entalpi kavramının ne anlama geldiğini hatırlama
- i. Hess kanununu hatırlama
- j. Hal fonksiyonu teriminin ne anlama geldiğini hatırlama
- k. Bilimsel işlem süreci basamaklarını hatırlama

2. Anlama

- a. Termodinamik bir olayda sistem ve çevresini birbirinden ayırt edebilme
- b. İzole bir ortamdaki herhangi bir olay için enerjinin değişmeyeceğini anlama
- c. Enerjinin atıl hale gelmesinin enerjinin korunmadığı anlamına gelmeyeceğini anlama
- d. Enerjinin nitelik olarak değil nicelik olarak korunduğunu anlama
- e. Sistemden kaybedilen enerjinin çevre tarafından, çevreden kaybedilen enerjinin ise sistem tarafından kazanıldığının farkına varma
- f. Enerjinin vardan yok yoktan var olamayacağını yalnız başka formlara dönüşebileceğini anlama
- g. Makro düzeydeki kinetik ve potansiyel enerjilerin mikro düzeydekilerden farklı olduklarını bilme
- h. Enerjinin bitip, tükenip, harcanmayıp ancak daha kullanışsız bir hale gelebileceğini takdir etme
- ı. İç enerjinin sadece ısı ve iş yapılması durumunda değişebileceğini anlama
- i. Sistemin ısıya sahip olamayacağını anlama
- j. Isının enerji formu değil, bir enerji alışveriş şekli olduğunu anlama
- k. Işın enerji formu değil, bir enerji alışveriş şekli olduğunu anlama

- l. Basınç-Hacim işinin farkına varma
- m. Kimyasal bağların kırılması için enerji gerektiğini ve yeni bağlar oluşurken enerji ortaya çıktığını anlama
- n. Entalpi kavramının ne için kullanıldığını anlama
- o. Entalpinin bir enerji formu olmadığını anlama

3. Uygulama

- a. Karşılaştığı bir sistemin hangi sistem türü olduğunu belirleme
- b. Gerçekleşen ısı ve işin işaretlerini tahmin etme
- c. Verilen reaksiyonlarda iç enerjideki değişimini $\Delta U = q + w$ denklemini kullanarak hesaplama
- d. Verilen reaksiyonlarda iç enerji değişiminden hareketle entalpi değişimini hesaplama
- e. Verilen reaksiyondaki bir maddenin standart oluşum entalpisini hesaplama
- f. Basamaklardan oluşan reaksiyonları kullanarak toplam reaksiyonun entalpisini hesaplama
- g. Verilen reaksiyonlarda basınç-hacim işini hesaplama
- h. Bilgi kaynaklarına ulaşarak tarama yapma
- 1. Günlük kullanımlarda ısı ve sıcaklık kelimelerini doğru olarak belirleme

4. Analiz

- a. Termodinamik bir olay sonucunda, sistemin kazandığı hale sebep olan etkenleri enerjinin korunumu kanunundan hareketle analiz etme
- b. Enerjinin dağılımı sonucunda hangi formlara dönüştüğünü analiz etme
- c. Enerjinin transferinin hangi çevre elemanlarına olduğunu analiz etme
- d. Sistemdeki enerji alışverişlerinin makro ve mikro enerji düzeylerindeki etkilerini analiz etme
- e. Yakın çevredeki enerji çeşitlerinin ve bunların kaynaklarının farkına varma
- f. Besin ve yakıtların birer enerji deposu olmadıkları sonucuna varma
- g. Hess kanununun, Entalpinin bir hal fonksiyonu oluşu yönüyle analiz edilmesi
- h. Problemi ana hatları ile analiz etme
- 1. Elde edilen verilerden sonuçlar çıkarma, tahminlerde bulunma ve hipotez kurma

5. Değerlendirme

- a. Hess kanununu ortaya çıkış sebebini enerjinin korunumu açısından değerlendirme
- b. Kalorimetreyi çalışma prensibi açısından değerlendirme
- c. Enerji deposu olarak bilinen maddeleri, enerji sağlamadaki rolleri açısından değerlendirme
- d. Araştırmadan elde edilen verileri yorumlayarak bir yargıya varma

- e. Herhangi bir sistemi, sınırları ve enerji alışverişleri açısından değerlendirme

6. Yaratıcılık

- a. Araştırma süreci için bir planlama yapma
- b. Problem için çözüm üretme ve raporlaştırma

DUYUŞSAL ALAN ÖĞRENME DÜZEYLERİ

1. Alma

- a. PDÖ'de öğrencinin rolünün farkında olma
- b. PDÖ'de öğretmenin rolünün farkında olma
- c. Bilimsel işlem süreci basamaklarının farkında olma
- d. Grup üyeleri konuşurken onları dikkatlice dinleme
- e. Farklı görüş belirtenlere karşı hoşgörülü olma
- f. Enerji tasarrufu ve enerji krizi kavramlarından neyin kastedildiğinin farkında olma

2. Tepkide Bulunma

- a. Grupla çalışma kurallarına uyma
- b. Grup üyelerine soru sorma
- c. Grupta belirlenen görev dağılımına riayet etme
- d. Bilimsel işlem sürecini uygulamaya istekli olma
- e. Probleme yönelik görüşlerini ifade etmede istekli olma
- f. Problemin çözümü için sorumluluk yüklenmeye gönüllü olma
- g. Grupta işbirliği içerisinde çalışmaktan zevk alma
- h. Kaynaklara ulaşarak araştırma yapmaktan zevk alma
- ı. Çevresindeki olaylara enerjinin korunumu kanunundan hareketle açıklama getirmekten zevk alma

3. Değer Verme

- a. Grup halinde ve işbirliği içerisinde çalışmanın önemini kabul etme
- b. Farklı kaynaklardan araştırma yapmanın önemini takdir etme
- c. Problemin çözümüne ulaşmada bilimsel işlem basamaklarına bağlı kalma

4. Organize Etme

- a. Problemin çözümüne yönelik planlamalar yapma
- b. İlerde karşılaşılabilecek bir problemin çözümüne yönelik kafasında bir taslak oluşturma

EK 6

PROBLEM SENARYOLARI

1. TERMOS

Sevgili Günlüğüm,

Bugün, benim için diğer günlerden daha farklıydı diyebilirim. Geçen hafta kararlaştırdığımız gibi arkadaşlarla pikniğe gittik. Hava, güneş, su, piknik yaptığımız yer, kısaca her şey çok güzeldi. Pikniğe evlerimizden getirdiğimiz malzemelerle hazırladığımız zengin bir kahvaltı ile başladık. Futbol oynadık, ip atladık, dere kenarında yürüyüş yaptık, yarışmalar düzenledik ve hatta beyin fırtınası bile yaptık. “Piknikte beyin fırtınası da olur muymuş” diye sorabilirsin. Evet, gerçektende bir beyin fırtınası yaptık.

Piknik için hazırlanan malzemelerin hepsini, öncesinde kendi aramızda paylaşmıştık. Ben çay getirme görevini aldım. Hazırladığım çayı, termosu doldurarak getirmiştim. Fakat oda ne? Benzer bir termosu, Salih’te getirmişti. Arkadaşlarla, Salih’in hangi malzemeleri getireceğini karıştırdığını ve artık bitiremeyeceğimiz kadar çayımız olduğunu düşündük. Sebebini sorduğumuzda Salih’ten ilginç ve bir o kadarda düşündürücü olan şu cevabı aldık:

— Hayır, bir karışıklık yok. Hem zaten benim getirdiğim termosun içinde çay değil su var.

Bu cevap hepimizi hayrete düşürmeye yetmişti.

— Su mu? Diye hep bir ağızdan karşılık verdik.

— Evet, sadece su var. Hem de soğuk su. Piknik yerinde soğuk su bulamama ihtimaline karşın getirdim.

— Yani sen, termosun içindeki suyun hala soğuk olduğunu mu söylemek istiyorsun, dedi Ali.

— Elbette. Termos yardımıyla içindeki su uzun süre soğuk kalabilir.

Salih’in cevabı bir beyin fırtınasının da başlangıcı olmuştu. Termosun, onu diğer kaplardan ayıran bir özelliğe sahip olduğu kesindi. **Peki, ama bu özellik neydi? Termos nasıl bir yapıya sahip?**

Beyin fırtınamızın sonucunda ne mi oldu? O da yarına kalsın.



Yusuf ÇALIŞKAN

Anahtar Kelimeler: Sistem, açık sistem, kapalı sistem, sistem sınırı.

2. ISI MI? SICAKLIK MI?

Televizyon programlarında kullanılan dili sürekli takip eden Burhan Bey, bakın bir hatırasını bize nasıl anlatıyor:

Yine yorgun argın işten döndüğüm bir akşam, kumandayı elime alarak televizyonun karşısına geçtim. O kanal bu kanal derken, başladım kanallar arasında dolaşmaya. Bir süre sonra o zamana kadar fark edemediğim bir ayrıntı dikkatimi çekti. Haberleri seyrediyordum:



KANAL A: “NASA’dan alınan bilgilere göre Türkiye’de bu yıl, son 25 yılın en *sıcak* ve en uzun yazı yaşanacak”

KANAL B: “Küresel *ısınmaya* bir dur denilemezse atlas okyanusunun *ısısı* 2020 yılına kadar 2⁰C daha artacak”

— Daha sonra hava durumunu öğrenmek için başka bir kanala geçtim:

KANAL C: “Doğu Anadolu Bölgemizde hava *ısısı* mevsim normallerinin altında seyrediyor”

KANAL Z: “Meteorolojiden alınan bilgilere göre, yurdun kuzey ve doğu kesimlerinde hava *sıcaklığı* yarından itibaren 1 ila 3 derece artacak”

—Ve reklamlar:

KANAL A:“Esen Klima evinizin *ısısını* istediğiniz derecede tutar. Size ve sevdiğinizinize yaşanabilecek ortamlar sunar”.

“Çift etkili gücü sayesinde düşük *ısılarda* bile mükemmel temizlik. Fingo, temizlikte öncü”.

KANAL C: “37 °C lik *ısıya* sahip suyuyla halkımızın hizmetinizde. Osmancık Kaplıcaları”

KANAL Z: “*Isı* kaybına son. Penpen artık evinizde. Kapı ve pencerede güven”
“İftara *sıcak* bir başlangıç. Fnorr Çorba”

—Kanallar arasında gezinmeye devam ettim:

KANAL B: “Akvaryumunuzun *ısısı* 23 derecenin üzerine çıktığında balıklarınız için en uygun ortam sağlanmış olacaktır”

KANAL A: “Çocuğunuzun vücut *ısını* küçük bir termometre ile evinizde, kendiniz ölçebilirsiniz”

KANAL Z: - Hey! Dostum Red, bu çöl *sıcagında* yürümek çok zor. Bari ayaklarımızdaki şu zincirleri çöz.
- Hayır Joe, bence o kadar *sıcak* değil, hatta biraz serince.
- Kes sesini Avareeel !!!

—Kumandayı bıraktım ve düşünmeye başladım. O ana kadar dikkatimi çekmeyen bir şey keşfetmiştim. Televizyondaki programların bazılarında ısı, bazılarında ise sıcaklık kelimesi kullanılıyordu. Zihnimde, ısı ve sıcaklık kelimelerini ayırt edebileceğim net bir tanım yoktu. Bende bazen, bu kelimeleri birbiri yerine kullanabiliyordum. Yoksa bu ikisi, eş anlamlı kelimeler miydi?

Ne dersiniz? Sizce de ısı ve sıcaklık, birbirinin yerine kullanılabilen eş anlamlı kelimeler midir? Değilse, bu iki kavramı birbirinden ayıran farklılıklar neler olabilir? Yoksa ısı ve sıcaklık kavramlarını farkında olmadan yanlış yerlerde mi kullanıyoruz?

Anahtar Kelimeler: Isı, Sıcaklık

3. ENERJİ TASARRUFU

Engin, kısa bir süre önce bir gazetede haber muhabiri olarak çalışmaya başlamıştır. Yayın editörü Engin'den, yaklaşan enerji tasarrufu haftası dolayısıyla, ülkede yaşanan petrol, elektrik ve son günlerde gündeme oturan doğalgaz krizlerinden hareketle bir haber yapmasını ister. Haberde özetle; yaşanan enerji krizlerinin tarihçesinden ve bunlara karşı alınan enerji tasarruf önlemlerinden bahsedilecektir.

<p>İki kazak giyin</p>  <p>Doğalgaz krizi sanayide şimdilik atlatıldı... Ancak Topbaş, halkı tasarrufa çağırdı: Radyatörü kısın.</p> <p>Rusya'nın gönderdiği gazı Ukrayna'nın çalması, İran doğalgazının 5'te 1'e inmesi enerji krizini derinleştirdi. Sanayi tesislerinin gazı dün kesildi... 75 milyon metreküp gaz taşıyan Cezayir gemisi Boğaz'ı geçince kriz aşıldı. Ancak enerjideki teyakkuz halka sıçradı. Başkan Topbaş, "Doğalgazı tasarruflu kullanın, gerekirse iki kazak giyin" diyerek halkı uyardı.</p> <p>Enerji krizi halka sıçradı Sanayiye sarsan doğalgaz krizi konutlara da sıçradı. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Başkanı Topbaş İstanbullulara tasarruf çağrısı yaptı ve "Gerekirse 2 kazak giyelim, daha az gaz kullanalım" dedi.</p> <p>SABAH</p>	<p>Boya ile enerji tasarrufu yapın</p> <p>Enerji tasarrufu sağlamak için hem sanayi de hem de inşaat sektöründe yeni çözümler aranıyor.</p> <p>Bu çözümlerden birini de Kolorgen firmasının Amerikan Nansulate'dan aldığı distribütörlükle Türkiye'ye getirdiği yalıtım boyası. Başta ısı yalıtımı faktörü olan ürünün özelliği sürüldüğü yüzeylerde korozyon, küf, mantar, pas oluşumuna engel olması</p> <p>ALTERNATURK</p>	<p>Evde enerjiden tasarruf edebilirsiniz... Nasıl mı?</p> <p>Evlerde kullanılan elektrikli ev aletlerini kullanırken alınacak birkaç önlem ile tüketilen elektrik enerjisinden yüzde 50'ye varan tasarruf sağlanabiliyor.</p> <p> IHLAS HABER AJANSI</p>
<p>Türkiye'yi 2009'da enerji krizi bekliyor</p> <p>Acil önlemler alınmadığı takdirde, 2009 yılından itibaren Türkiye'de elektrik enerjisi yetersizliği ile karşı karşıya kalınmasının büyük olasılık olduğu bildirildi. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK) tarafından 27-30 Kasım 2006 tarihleri arasında İstanbul'da düzenlenen "Türkiye 10'uncu Enerji Kongresi"nin sonuç bildirgesi açıklandı</p> <p> ANADOLU AJANSI</p>		

Fakat Engin, haber için bilgi toplarken kendisini bir ikilemin içinde bulur. Lise eğitiminden hatırladığı kadarıyla, enerjinin korunumu adında bir kanun vardır ve bu kanuna göre enerjinin vardan yok olması düşünülemez. Bu halde, ne enerji krizleri ne de bu krizleri atlatmak için önerilen enerji tasarruf paketleri gerçekçi olacaktır. Engin'e göre ortada suni bir gündem oluşturma çabası vardı. Diğer taraftan yayın editörünün verdiği görevi yapmak zorundadır. **Sizce Engin bu durumda nasıl bir haber yapmalıdır?**

Anahtar Kelimeler: Enerji korunumu, enerji tasarrufu, enerjinin dönüşümü, ısı, iş.

4. ATOM BOMBASI

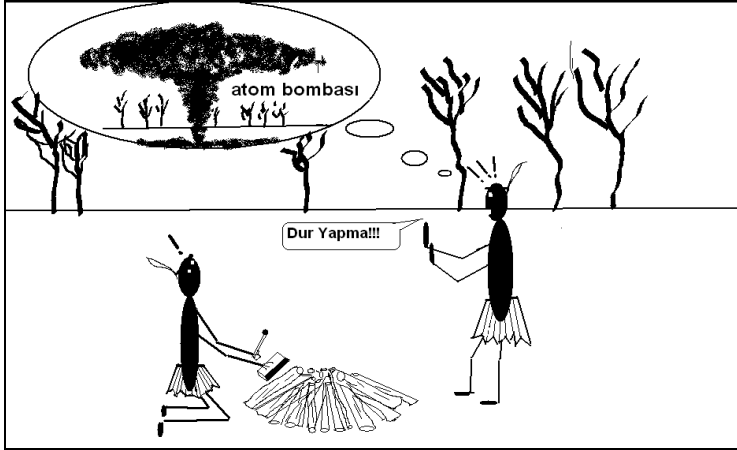
“Atom bombası insanlık tarihinde yapılmış en güçlü silahlardan bir tanesidir. İkinci dünya savaşında Japonya’ya atıldığında on binlerce insanın ölümüne ve çok geniş bir alanda tahribata sebep olmuştur.”

Cümleleriyle başladı Funda öğretmen, bugünkü Fen ve Teknoloji dersine. Atom bombası hakkında anlattığı şeyler bütün sınıfta hayretle karşılanmıştı. Daha önceki Fen ve Teknoloji derslerinden atomun ancak çok gelişmiş mikroskoplarla görülebilecek kadar küçük bir tanecik olduğunu öğrenmişlerdi. Bugünkü derste, bu kadar küçük bir taneciğin enerjisi ile ilgili duydukları şeyler onları gerçekten de hayrette bırakmıştı. Sınıfın konuya olan ilgisi, söz almak için kaldırılan parmaklardan anlaşılıyordu. İlk sözü Ahmet aldı:

—Öğretmenim, atom dediğimiz şey çevremizde bulunan bütün maddelerin yapıtaşı değil mi? Hatta biz insanlar bile atomlardan oluşmaktayız. Yani şimdi hepimiz ve çevremizdeki her şey birer büyük bombadır diyebilir miyiz?

Arka sıralardan söz alan Ayşe:

—Evet öğretmenim. Ahmet’in dediğine göre her şeyde atom var. Dolayısıyla enerji sağlamak için kullandığımız yakıtlar ve hatta vücudumuzun enerji ihtiyacı için tükettiğimiz yiyecek ve içeceklerimizde de atomlar var. Madem atom bu kadar tehlikeli bir silah olabiliyor o halde neden kullanılan yakıtlar, yiyecek ve içecekler birer bomba gibi patlama yapmıyor?



Ayşe’nin sorusuna eklemeye bulunmak isteyen Emre;

—Öğretmenim, madem atomlarda bu kadar enerji var, neden içerisinde milyarlarca atom bulunan yakıtlar ve yiyecekler bize bir atom bombası kadar bile enerji sağlamıyorlar, diye sordu.

Funda Öğretmen tüm bu

soruların cevaplanması için onlardan araştırma yapmalarını isteyerek bir dahaki Fen ve teknoloji dersinde, bu konuda beyin fırtınası yapacaklarını söyledi.

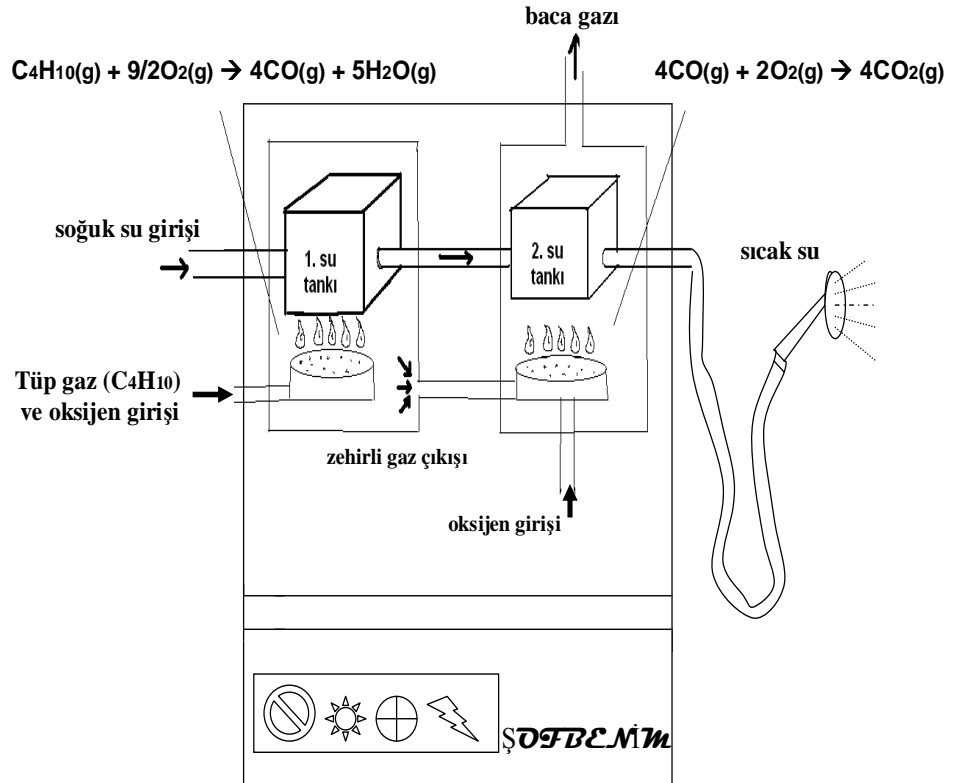
Ne dersiniz sizce de her birimiz milyarlarca bombadan mı oluşmaktayız?

Anahtar Kelimeler: İç enerji, enerjinin korunumu, kimyasal bağ enerjisi, kinetik enerji, potansiyel enerji, nükleer enerji

5. ŞOFBEN ZEHİRLENMESİ

Uluslararası bir şofben imalat şirketinin Ar-Ge bölümünde bulunan mühendisler yeni bir proje üzerinde çalışmaktadırlar. Mühendisler başlangıçta, son yıllarda sayısı endişe verici boyutlara ulaşan şofben zehirlenmelerini önleme fikrinden yola çıktılar. Geliştirilecek sistemin bu özelliğinin yanı sıra ayrıca mühendislerden, ekonomik olarak da şofbenleri müşterilerine cazip hale getirmeleri istenmektedir. Bunun üzerine mühendisler şofben üzerine takılabilen, çıkan zehirli gazı tekrar yakarak hem zehirlenmeyi önleyen hem de yakıt tasarrufu sağlayabilen bir sistem için kolları sıvadılar.

Mühendisler zehirli gaz çıkışını, ısınan suyun sıcaklığından faydalanarak tespit etmeyi düşünmektedirler. Sistem, banyoya oksijen alarak şofbenden çıkan zehirli gazı tekrar yakıp suyu istenen sıcaklığa getirmek üzere tasarlanmıştır.



Buna göre;

a) Sizce sistem, sıcaklık hangi seviyeye geldiğinde zehirli gaz çıkışını haber vermelidir?

b) Böyle bir sistemle çalışan şofbende ısıtılan su ile normal bir şofbende hiç zehirli gaz çıkışı olamayan bir yanma ile ısınan su arasında enerji yönünden nasıl bir fark olur? Bulunuz.

(Not: Şofbende yakıt olarak tüp gaz kullanılıyor. Tüp gaz içerisinde ise sadece bütan C_4H_{10} gazının olduğu varsayılıyor. Yanan gazın, enerjisinin tamamını suya verdiğini düşününüz. Şofbende 1 mol C_4H_{10} gazı yandığı anda 10L su geçmiş oluyor.)

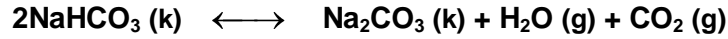
Anahtar Kelimeler: Hess yasası, Enerji korunumu, Oluşum entalpisi, Yanma entalpisi, Bağ kırılması, Bağ oluşumu, Hal fonksiyonu

6. KABARMAYAN KEK



Aysel Hanım'ın başı her defasında, misafirleri için hazırladığı keklerin kabarmaması gibi bir sorunla derttedir. Bu uğurda fırınlarını değiştirmeyi bile düşünen Aysel Hanım ve Akif Bey, son çare olarak internet aracılığıyla bir araştırma yapmaya karar verirler. Problem üzerinde yaptıkları araştırmanın ilk verileri şöyledir:

1. Kabartma tozunda bulunan ve hamurun kabarmasına esas etki eden madde sodyum bikarbonattır (NaHCO_3).
2. Sodyum bikarbonat ısıtılınca katı sodyum karbonat ile gaz halindeki su ve karbondioksite dönüşmektedir. Oluşan bu gazlar hamur içerisini doldurarak kabarmasına sebep olmaktadır.



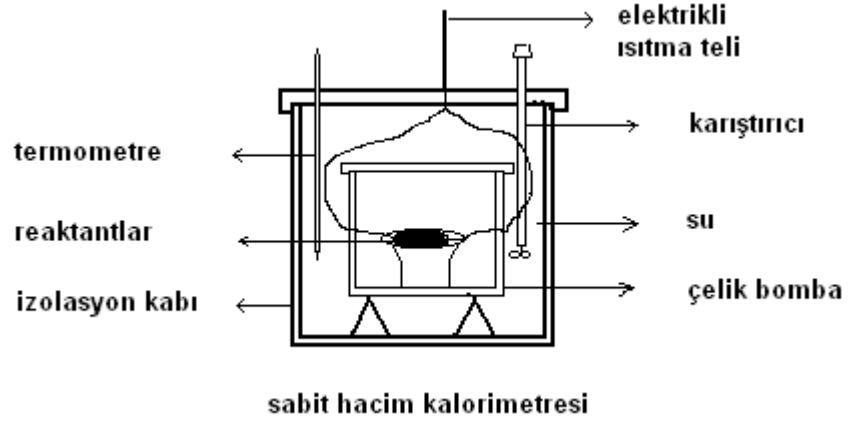
3. Kimyasal reaksiyonların gerçekleşmesi için ya belli miktar enerjiye ihtiyaç (endotermik) vardır veya reaksiyon sonucunda bir miktar enerji açığa çıkar (ekzotermik). Yukarıdaki reaksiyon, enerji alımına ihtiyaç duyulduğundan endotermiktir.
4. Bilim adamları kimyasal reaksiyonları daha iyi tanımlamak ve kontrol etmek için onlara eşlik eden enerji miktarlarını da bilmeye ihtiyaç duyarlar. Bunun için de sabit hacim kalorimetresi denilen cihazları kullanırlar. Reaksiyonlar, sabit hacim kalorimetrelerinde gerçekleştirilerek reaksiyona eşlik eden enerji miktarları bulunmuş olur.
5. Sabit hacim kalorimetrelerinden bulunan enerji miktarı aynı zamanda reaksiyona giren maddelerdeki toplam iç enerji değişimini (ΔE) vermektedir.

Akif Bey ile Aysel Hanım'ın, problemin çözümü için ileri sürdükleri hipotezleri şu şekildedir:

Hipotez: Fırın, kabartma tozundaki sodyum bikarbonatın bozunarak hamuru kabartmaya yetecek kadar gaz oluşturması için gerekli enerjiyi sağlayamamaktadır.

İki amatör aşağıda belirtilen iki aşama halinde hipotezlerini test etmeye koyulurlar:

1. aşama: Kek için kullanılan miktarda sodyum bikarbonatın bozunması için gereken enerjinin ne kadar olduğu, bir kalorimetre yardımıyla tespit edildi.



$$Q_{\text{kalorimetre}} = \Delta E = 750 \text{ kJ}$$

2. aşama: Kullanılan miktar sodyum bikarbonata fırın tarafından aktarılan enerji miktarı hesaplandı.

$$Q_{\text{fırın}} = 750 \text{ kJ}$$

Sonuç: Şaşırtıcı bir şekilde, fırının sodyum bikarbonata vermiş olduğu enerjinin kalorimetrede bulunan miktarla aynı olduğu gözlemlendi.

Fırının, sodyum bikarbonatın bozunması reaksiyonundaki iç enerji değişimini gerçekleştirecek miktarda enerjiyi sağladığı görülmektedir. Peki, öyleyse hamur bu durumda neden kabarmıyor?

Hipotezlerini geçersiz olduğunu anlayan Akif Bey'le Aysel Hanım son bir çare olarak bilimsel çalışmalarını rapor ederek TÜBİTAK'a postalarlar. Birkaç hafta sonra gelen cevap her ikisini de şaşırtır. Cevap yazısında, gözden kaçırılan bir nokta olduğunu ve kurulan hipotezin aslında geçerli olduğu söylenmektedir.

Siz, Akif Bey'le Aysel Hanım'ın gözden kaçırdıkları bu önemli ayrıntıyı bulabilir misiniz?

Uyarı! Kullanılan sodyum bikarbonatın, fırın ne kadar enerji veriyorsa o kadar enerjiyi alabildiğini kabul ediniz.

Anahtar Kelimeler: Entalpi, Sabit hacim kalorimetresi, İç enerji, Isı, İş.

EK 7**KENDİNİ VE GRUP ÜYELERİNİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ****Adı ve Soyadı:****Grup Adı ve Nosu:****Problem No:**

<p>Dikkat! Değerli öğrenciler bu ölçekte sizden kendinizi ve diğer grup üyelerini aşağıdaki ifadeler çerçevesinde objektif bir şekilde değerlendirmeniz istenmektedir. Adı ve Soyadı bölümüne siz ve grup üyelerinizin isimlerini yazdıktan sonra ifadelerin karşısına yeterlik düzeylerini belirten rakamları yerleştiriniz.</p> <p><u>Yeterlilik düzeyleri :</u> 3 - Yeterli düzeyde 2 - Orta düzeyde 1 - Zayıf düzeyde</p>	Grup Üyeleri					
	Adı ve Soyadı	Kendiniz				
1. Problem hakkında sorular sorarak, ana hatlarıyla kavramaya çalışma						
2. Çözüme yönelik faydalı fikirler ileri sürerek uygulanabilir çözüm yolları geliştirme						
3. Süreç boyunca sorgulayıcı olabilme						
4. Yeni ve orijinal düşüncelerle problemlere yaklaşabilme						
5. Çözüm için ihtiyaç duyulan bilgileri, kaynakları ve hedefleri belirleme ve onlara ulaşma						
6. Problemin çözümü için gerekli gözlem, deney ve ölçümleri yapma						
7. Elde edilen bilgilerden sonuçlar çıkarma, tahminlerde bulunma ve varsayımlar geliştirme						
8. Ulaşılan verileri yorumlayıp çözüme yönelik açıklamalar yapma						
9. Düşüncelerini diğer grup üyelerinin anlayabileceği şekilde açık ve anlaşılır olarak sunabilme						
10. Farklı görüşleri dinleme, hoşgörülü bir şekilde karşılayıp değerlendirme						
11. Öğrendiklerini diğer grup üyelerine aktararak birbirinin öğreticisi olabilme						
12. Yapıcı eleştirilere kıskançlık düşüncesi olmadan tepkide bulunabilme						
13. Önceden belirlenen görevleri tamamlayabilme ve sorumluluk almada istekli olma						
14. Grup tarafından ortaya konulan sonuçları kabul etme grup üyelerini elverişli çözüm yolları için tebrik etme						
15. Tartışmalara aktif bir şekilde katılma						
16. Yanlış anlayışları ve çelişkileri gidermede diğer grup üyelerine karşı saygılı davranma						
17. Grup sunumları için gereken katkıyı sağlama						
18. Araştırma raporu için gereken katkıyı sağlama						

EK 8**SUNU GÖZLEMİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ**

Araştırma Sonuçlarının Sunumunda Aranılan Özellikler	Yeterli düzeyde	Orta düzeyde	Zayıf düzeyde
1. Sunum yaparken göz teması, ses, mimikler ve görünüme dikkat ederek vücut dilini etkili bir şekilde kullanma	3	2	1
2. Görüşleri belli bir plan ve mantık silsilesi içerisinde sunma	3	2	1
3. Sunumu tablo, grafik vb. yardımıyla görselleştirme	3	2	1
4. Sunum zamanını etkili bir şekilde kullanma	3	2	1
5. Problemi ve probleme bulunan çözümleri net bir şekilde ifade edip açıklama	3	2	1
6. Önerdikleri çözümü destekleyici, etkili ve ikna edici bir özet sunma	3	2	1
7. Dinleyicilerin sorularına açıklayıcı ve kaliteli cevaplar verme	3	2	1
8. Kullanılan kaynaklar için referans verme	3	2	1

EK 9

PORTFOLYO ÖRNEKLERİ

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
KAZIM KARABEKİR EĞİTİM FAKÜLTESİ
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

ARAŞTIRMA RAPORU

KONU: ENERJİ TASARRUFU

**3. GRUP
GRUP ADI: ADI BİZDE SAKLI**

Hazırlayanlar:

**Engin KAL
Lale ERDAL
Mustafa ÖZTANRIKULU
Gülşah ŞENOL
Rukiye GÖKÇE
Ramazan ASLAN
Kübra YALAUÇ**

Erzurum–2007

ENERJİ KORUNUMU OLUŞTURAN FAKTÖRLER VE ENERJİ TASARRUFU

ÖZET

Enerji tüketimi ülkelerin en önemli sorunlarından biridir. Enerji üretiminin az olması ve aynı zamanda enerji tüketiminin neden olduğu çevre kirliliği, enerji korunumunu zorunlu hale getirmektedir. Enerji korunumu da enerji tüketimini azaltarak sağlanır. (aytar ©firat.edu.tr)

Biz, enerji kayıplarının nasıl en aza indirgeyebiliriz sorusunun cevabına ulaşmaya çalıştık. Enerji tasarrufu ne demek, enerji tasarrufu kapsamında neler yapılabilir vb. soruları yanıtlamaya çalıştık.

Enerji korunumu hakkında bilgiler topladık. Bu bilgiler ışığında, var olan enerji yok oluyorsa neden tasarrufa gerek duyulur sorusunun yanıtını aradık. Bunların dışında daha az enerji ile daha fazla iş yapabilmek için neler yapabileceğimizi araştırdık.

Bu yukarıdaki sorulara cevap verebilmek için internetten ve fakültedeki hocalarımızdan faydalandık.

Enerji korunumu konusuna göre enerjinin yoktan var, vardan da yok edilemeyeceğini sadece şekil değiştirebileceğini öğrendik. Enerji, şekil değiştirdiği zaman ihmal edilemeyecek bir kayıp enerji ortaya çıkar. Kayıp enerji ısı enerjisi formundadır. Kaybolan bu ısı enerji olarak yeniden kullanılamayacağı için enerji tasarrufuna başvurulur sonucuna ulaştık. **GİZLİ**

Öncelikle konumuzun ana yapısını oluşturan enerjiyi tanıyalım. Enerji için iki tanım yapabiliriz. Birincisi, cisimlerin iş yapabilme kabiliyeti, ikincisi madde- nin başka bir boyuttaki durumudur.

Enerjinin korunumu ile ilgili bilgi vermek gerekirse; enerji yoktan var, vardan yok edilemez, diğer bir ifade ile, termodinamiğin birinci yasasına göre, evrenin iç enerjisindeki değişim daima sifıra eşittir. Bu nedenle, sisten ve çevre bütünü- nün enerji değişimi de sifirdır. Yani çevrenin kaybettiği enerjiyi sisten kazanır. (Çakır, 2007)

$$\Delta E_{\text{evren}} = 0 = \Delta E_{\text{sistem}} + \Delta E_{\text{çevre}}$$

Bu formülde geçen sisten, çevre ve evren kavramlarını kısaca açıklı- yalım.

Sisten: Evrenin ilgilenilen bölümüdür.

Çevre: Sistenin dışındaki her şeydir.

Evren: Sisten ve çevrenin bütünüdür. (Tatar, 2007)

Sistem, evren, çevre denilince aklımıza ısı ve iş kavramları gelmektedir. Bu nedenle ısı ve iş kavramlarının tanımlanması faydalı olacaktır.
Isı: Enerji aktarımı sıcaklık farkından kaynaklanıyorsa bu enerji aktarımına ısı denir.

İş: Bir kuvvetin belirli bir yol boyunca etkide bulunması sonucu oluşan enerji aktarımına iş denir. (Tatar, 2007.)

Bilmemiz gereken diğer bir kavramda enerji tasarrufudur. Enerji tasarrufunu şöyle tanımlamak mümkündür: Kullanılan enerji miktarının değil, ürün başına tüketilen enerjinin azaltılmasıdır.

ARAŞTIRMA PROBLEMİ

Enerjinin korunumu kanunu dikkate alındığında, enerjinin var olan yok olması düşünülemez. O halde; enerji tasarrufu yapılmasının nedeni nedir?

HİPOTEZLER

- 1) Eğer binalardaki enerji tüketimi azaltılırsa enerji korunumu sağlanabilir.
- 2) Eğer yalıtımda uygun maddeler kullanılırsa enerji kaybı en aza indirgenir.
- 3) Eğer petrol, doğal gaz gibi maddelerde dışa bağımlılık azaltılırsa enerjideki tutumluluk oranı azalacaktır.
- 4) Eğer alternatif enerji kaynakları kullanılarak enerji oluşumu gerçekleştirilirse, oluşacak enerji miktarlarına da önlem alınmış olur.
- 5) Eğer süreç içindeki toplam enerji sabit kalırsa, kullanılabilir enerjide azalma olmamalı.
- 6) Eğer enerji dönüşümlerindeki ısı kaybı önlenirse enerji tasarrufuna gerek kalmaz.

SINIRLILIKLAR

Bizim yöntemimiz gözleme dayalıdır. Gerek hipotezlerimizde, gerekse araştırmamızın temelini oluşturan düşüncelerimizde detaylı bir gözlem yapamadık. Hatta bazı bilgilere ulaşabilmemiz için gözlem dışında yöntemlere ihtiyacımız oldu.

YÖNTEM (METOT)

Araştırma sonuçlarını elde etmede izlediğimiz yol gözlem yoludur. Günlük hayatımızdaki enerji tüketimine yönelik yanlışları gözlemledik. Evimizde boş yanan lambalar, bozuk musluklar, izlenmediği halde televizyonun ve radyonun açık kalması bunlara örnek verilebilir.

ARAŞTIRMA DİZAYNI

Biz bu konuda araştırma yaparken tarama modelini kullandık. Deneme modelini kullanabilmemiz için daha geniş bir zamana ihtiyacımız var. Problem durumu elimize geçtiği günden itibaren araştırmalara başladık, yani Garşamba günden itibaren başladık ve Pazartesi ders saatine kadar çalışmalarımıza devam etti. Fakültemizdeki hocalarımızla konuştuk, internetten geniş bilgiler elde ettik. Bu derse daha önce girmiş olan hocalarımızın ders notlarına ulaştık. Termodinamik konusunu anlatan kimya kitapları ve ansiklopedilerden yararlandık.

BULGULAR

Elde ettiğimiz verilerden hareketle ulaştığımız sonuçları şöyle sıralayabiliriz:

- 1) Enerji korunumu, binalarda enerji tüketimini azaltarak sağlanabilir. Bunu sağlamanın yollarından biri de dış duvarlara optimum yalıtım kalınlığını uygulamaktır. Türkiyede ki binalarda ısı yalıtımı yok denecek kadar azdır. Bu da ısı kaybı oluşturur. Dolayısıyla daha fazla yakıt sarfiyatı ve çevre kirliliği olmaktadır.
- 2) Isı yalıtımı yapılmak isteniyorsa ısı kapasitesi ya da özgül ısı büyük olan maddeler tercih edilir. Bir maddenin özgül ısı değeri büyüdükçe ısı kapasitesi artar. Eşit kütleli maddelerin ısı kapasitesini kıyaslayacak olursak özgül ısı büyük olanın ısı kapasitesi daha büyüktür. Isı kapasitesinin büyük olması depolanan enerji miktarının daha fazla olması demektir. Özgül ısı değeri büyük olan maddelerin ısı iletimi genellikle daha düşüktür. Özgül ısı küçük olan maddelerin ısı iletimi daha iyidir. Özgül ısı küçük olan maddeler ısı kapasiteleri küçük olduğu için hızlı bir şekilde ısınırken hızlı bir şekilde soğurlar. Özgül ısı büyük olan maddeler ise geç ısınırken geç de soğur.
- 3) Petrol ve doğal gaz ülkemizde yeterince çıkmadığı için petrolün yarısını dışarıdan alıyoruz. Bütün bu enerji alımları, ekonomimizi için ağır bir yük tür. Dış satım gelirimizin büyük bir bölümü petrol alımına harcanıyor. Ulusal ekonomimizin düzelmesi için enerjiyi tutumlu kullanmak zorundayız. Enerjinin yetersizliği, üretimin düşmesini, yurt ekonomisini ve günlük yaşamımızı etkilemektedir.

4) Petrol gibi klasik enerji kaynaklarını alternatif olarak sunulan enerji çeşitlerine alternatif enerji kaynakları denir. Alternatif enerji kaynakları doğada sürekli var olan faktörlerden oluşur, yenilenebilir. Alternatif enerji kaynaklarındaki güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, dalga enerjisi dışardan almamız gereken enerjiler arasında değildir, maliyetleri düşüktür. Kömür, petrol, odun, doğal gaz gibi enerji kaynakları tükenebildir. Bunlardan çıkarılan ısıyı yeni bir enerjiye dönüştüremememiz enerji çığı oluşturmaktadır. Alternatif enerji kaynakları yenilenebilir olduğundan bunların kullanılması enerji çığı boyutunda azalma sağlayacaktır. Tabii bu enerji kaynaklarının hiçbir zaman tükenmemesi gibi bir durum söz konusu değildir. Fakat mevcut durum düşünüldüğünde alternatif enerji kaynaklarının kullanımı çok daha uygun olacaktır.

5) Bir süreç içerisinde gerekli toplam enerji sabit kaldığı halde, sürtünme ve benzeri temaslar yüzünden kullanılabilir enerji azalmaktadır. Burada şu noktayı da aklınıza yazalım: toplam enerjinin bir kısmı ısı enerjisine dönüşüp kullanılabilir olmaktan çıkıyor, bu durumda kullanılabilir enerji azalmaktadır.

b) Enerjide dönüşüm sürekli gerçekleşiyor. Bu enerji dönüşümleri arasında ihmal edilemeyecek bir kayıp vardır. Bu kayıp ısı enerjisi şeklindedir. Isı enerjisi ise tekrar bir başka enerjiye dönüştürülemez. Yani enerji belli bir doğrultuda, düzenden düzensizliğe, bütünden yayılmaya, kullanılabilirlikten kullanılmamaya doğru yol almaktadır. Bu nedenle enerji dönüşümleri sırasında ısı kaybını önlemek şu an için mümkün değildir.

TARTIŞMA, YORUM VE ÖNERİLER

İnde, işyerinde, toplum yaşamının her alanında makineler kullanılır. Makineler insanların işlerini kolaylaştırır. Az emekle kısa sürede büyük işler yapılmasını sağlar. Evimizdeki buzdolabı, elektrik süpürgesi, çamaşır makinesi hayatımızı kolaylaştırır. Traktör, çiftçilerin az zamanda çok iş yapmalarını sağlar. Kullandığımız araç ve gereçlerin, giyeceklerin çoğu fabrikalarda, makinelerle üretilir. Bütün makineler enerji ile çalışır. Makinelerden düzenli ve sürekli olarak yararlanabilmek için enerji tutumlu kullanmak zorundayız.

Endüstri devriminden bu yana hızla artan enerji tüketimi, enerjiji kıtlığına bir biçimde kalkınma politikalarının anahtarı haline getirdi. Enerji rezervlerinin sınırlı gelinmekte olmasının sonucu, zengin kaynaklara sahip bölgelere yönelik uluslararası politikaların giderek pervasızlaştığı ve dünyayı barışını tehdit ettiği kritik bir aşamadan geçmekteyiz.

Diğer taraftan, fosil kökenli enerjilerin yol açtığı küresel boyutta kirlenme yanı sıra, enerji ithalatının gelişmekte olan ülke ekonomileri, ekonomik ve siyasi bağımsızlığı üzerindeki olumsuz etkileri çerçevesinde de önemli konular söz konusu.

Bu sorunlar, bütün enerji ithal eden ülkeler için olduğu gibi bizim ülkemiz açısından da, enerji konusunda dikkatli ve bilinçli çizilmiş enerji politikalarını ve toplumsal enerji seferberliğini zorunlu hale getirmektedir. Her sektörde enerji israfını önleyecek, verimi yükseltecek uygulamalar kadar, güvenilir, ucuz ve temiz enerji kaynaklarına dayalı, yerel enerji üretimi yollarının ivedilikle bulunması gerekmektedir.

Bilimadamlarının yapmış olduğu araştırmalar neticesinde yüzde yüz-üç verimle çalışan makineler düşüncesi tarih oldu. Çünkü ne türlü bir makine yapılırsa yapılsın makineye verilen enerji ile makineden başka bir şekilde dönüştürülmüş olarak elde edilen enerji arasında sıfırlanamaz bir kayıp mevcuttur. Ne yaparsak yapalım verilen enerjinin bir kısmı makine ısı sürtünmeler vasıtasıyla ısıya dönüşmektedir. Kayıbolan ısı ise hiç bir zaman enerji olarak tekrar elde edilemez. Bu olay enerji kaybı dolayısıyla birinci kanunun (enerji ~~korunumu~~) ihlali şeklinde anlaşılmasın. Kayıplardan kaçıt, vardır yok olma şeklinde olmayıp, enerjinin ısı şekline dönüşüp kullanılabilir olmaktan çıkması, sistemin yapısına katılmasıdır.

EKLER

- Enerji verimliliğini yakalama konusunda şu çalışmalar yapılabilirler;
- Mevcut lambaları enerji verimli lambalarla değiştirin.
 - Proses aydınlatmasında floresan ve civa buharlı lambaları, yüksek basınçlı sodyum lambalarla değiştirin.
 - Gecede çalışan işletmelerde daha az insanın girip çıktığı bölümlerdeki iklimlendirme ünitelerini ayarlayın.
 - Gerektiği zamanlarda egzoz fanlarını, fırınları, motorları vb. kapatın.
 - Sıcak kondensin geri dönüşü, enerji ve suda önemli tasarruf sağlar.
 - Isıtılan açık tankların kapatılması sık sık büyük enerji tasarruflarına yol açar
 - Tüm alanları ısıtmak yerine kısmi ısıtma yapmak için kullanılan radyant ısıtıcıların geri dönmesi ilgi çekicidir.

KAYNAKÇA

- 1) Rehber Ansiklopedisi 15. Cilt ,
- 2) Bilimler Ansiklopedisi 2. Cilt.
- 3) Ana Britannica (II)
- 4) Cakir, A., 2005, ders notları
- 5) Tatar, E., 2007, ders notları
- 6) Serway I. cilt
- 7) Cakir, A., 2006, ders notları
- 8) www.odevitesi.com
- 9) www.fizyokulu.com
- 10) www.onlinefizik.com

Problem no: 03

Grup Adı ve Numarası: Adı Biçde Saklı 2

ÇALIŞMA YAPRAĞI

Problem Hakkında Bildiklerimiz	Bilmemiz Gerekenler	Gerekli Bilgilere Nasıl Ulaşabiliriz?	Hipotezlerimiz
<p>*Enerji yoktan var edilemez, vardan yok edilemez</p> <p>* Enerjinin miktarı sabittir, sadece şekil değişir.</p> <p>*Enerji 2 şekilde aktarılır 1) Isı alışverişi 2) İş alışverişi</p> <p>*Ülkemizde kaçak enerji kullanımı vardır</p> <p>*Ülkemizde bilinçsiz enerji kullanımı vardır</p>	<p>-Enerji nedir? -Enerjinin korunumu kavnu -Enerji nerelerde kullanılır? - Isı ve iş nedir? - Enerji çeşitleri nelerdir? - Daha az enerji ile daha fazla iş nasıl yapılır? -Varolan enerji yok olmuyorsa neden tasarrufa gerek duyulur? -Isı enerjisi başka energilere dönüştürülebilir mi?</p>	<p>- Ahmet Çakır'ın notları - Rehber ansiklopedisi (5. sayı) - Güvender Fizik (Konu Anlatımlı) - www.meb.gov.tr - aytac@firat.edu.tr - www.google.com.tr - Anabrinetico ansiklopedisi - www.kimyakokulu.com</p>	<p>1) Eğer binalardaki enerji tüketimi azaltılırsa enerji korunumu sağlanabilir.</p> <p>2) Eğer yalıtımda uygun maddeler kullanılırsa enerji dağılımı en aza indirgenir</p> <p>3) Eğer petrol, doğal gaz gibi maddelerde dışa bağımlılık azaltılırsa enerjideki tutumluluk oranı azalacaktır.</p> <p>4) Eğer alternatif enerji kaynakları kullanılarak enerji oluşturma gerçekleştirilirse, oluşacak enerji miktarına da önlen alınmış olur.</p> <p>5) Eğer süreç içindeki toplam enerji sabit kalıyorsa, kullanılabilir enerji de azalma olmamalı</p> <p>6) Eğer enerji dönüşümlerindeki ısı kaybı önlenirse enerji tasarrufuna gerek kalmaz.</p>

Uyarı: Daha düzenli bir çalışma için, not edeceğiniz ifadeleri maddeler halinde yazınız.

EK 10**ARAŞTIRMA RAPORU VE ÇALIŞMA YAPRAĞI DEĞERLENDİRME
ÖLÇEĞİ**

Araştırmanın Raporlaştırılmasında Aranılan Özellikler	Yeterli düzeyde	Orta düzeyde	Zayıf düzeyde
1. Araştırma raporunun; başlık, özet, giriş, yöntem, bulgular, tartışma ve yorum, kaynakça ve ekler bölümlerinin oluşturulması	3	2	1
2. Problemin tanımının açık ve net bir şekilde yapılması	3	2	1
3. Araştırmanın amacının belirgin bir şekilde ifade edilmesi	3	2	1
4. Araştırmada kullanılan metotların belirtilmesi	3	2	1
5. Elde edilen verilerin uygun bir şekilde analiz edilerek tablo, grafik, vb. ile belirtilmesi	3	2	1
6. Sonuçların net bir şekilde ifade edilmesi ve yorumlanması	3	2	1
7. Kullanılan kaynaklar için referansların kaynakça bölümünde belirtilmesi	3	2	1
Çalışma Yaprağında Aranılan Özellikler			
1. Problem hakkında bilinenlerin maddeler halinde belirtilmesi	3	2	1
2. Çözüme ulaşmada gerekli olacak öğrenme konularının belirlenmesi	3	2	1
3. Gerekli bilgilere ulaşma yol ve kaynaklarının tespit edilmesi	3	2	1
4. Çözüme yönelik hipotezlerin üretilmesi	3	2	1

EK 11

**PROBLEME DAYALI ÖĞRENME
KILAVUZU**

İçindekiler:

1. Probleme dayalı öğrenme nedir?
2. Bir PDÖ uygulamasında neler yapılır?
3. Araştırma raporu nasıl hazırlanmalıdır?
4. Çalışmalarınızı değerlendirmek için kullanılan ölçekler
5. Çalışma yaprağı
6. Zaman Çizelgesi

1. Probleme dayalı öğrenme (PDÖ) nedir?

Değerli öğrenciler, PDÖ'nin tanımı ve özellikleri hakkında bir takım bilgilere, aşağıda maddeler halinde yer verilmektedir. Lütfen dikkatlice okuyunuz.

- PDÖ, öğrencilerin küçük gruplar halinde ve işbirliği içerisinde çalışarak onlara verilen, gerçek dünya problemlerine yakın problem durumlarını birer bilim insanı gibi davranarak çözmeleri istendiği bir öğretim yaklaşımıdır.
- PDÖ'de bilgi elde etmek için öğrenmeden daha çok bilgi elde etme becerisini öğrenme esastır. PDÖ, öğrencilere *öğrenmeyi öğrenme* becerisi kazandırmayı ve öğrenme kapasitelerini artırmayı amaçlayan bir eğitim yaklaşımıdır.
- Öğrenciler kendi öğrenmelerinden sorumludurlar. Kendi öğrenmelerini kendileri planlarlar.
- Öğrencilerden, eleştirel düşünme becerilerini, iletişim becerilerini ve problemin çözümü için bilimsel süreç becerilerini kazanmaları istenir.
- Problemler üzerinde çalışarak, kavram ve prensipler üzerinde tartışarak öğrendikleri şeylerin analizini yapmak esastır.
- İnternet, kütüphane, kitap, dergi, makale ve alanında uzman kişiler araştırma boyunca başvurulacak kaynaklardır.
- Öğrencilerden kendilerini ve grup arkadaşlarını, her bir problem tamamlandığında ve her bir ünite sonunda değerlendirmeleri istenir.
- Öğrenci aktiftir ve öğretmenin rehberliğinde bir bilim insanı gibi çalışarak ortaya konan problemler için çözüme götürecek araştırmalar yapar.
- PDÖ yaklaşımında öğretmenin rolü, geleneksel öğretmen rolünden farklıdır. PDÖ'de öğretmen takım kaptanı gibi hareket eder. Öğrencileri görevlendirir onlara küçük bilgiler verir. Ayrıca problemin çözümü için yeterli zamanı ve

bilgiye ulaşmak için istenilen kaynaklara ulaşma imkânı sağlar. Öğrencilere, problemleri çözmeleri ve düşünmeyi öğrenmeleri için rehberlik eder.

- PDÖ süreci boyunca öğrencilere, gözlem yapabilme, sınıflandırma yapabilme, ölçüm yapma ve sayıları kullanabilme, iletişim kurabilme, tahmin edebilme, veri toplama, kaydetme ve yorumlayabilme, değişkenleri belirleme ve kontrol edebilme, tanımlama yapabilme, hipotez oluşturabilme, deney yapabilme ve model oluşturma ve kullanabilme gibi bilimsel süreç becerileri kazandırma amaçlanır.

2. Bir PDÖ uygulamasında neler yapılır?

Değerli öğrenciler aşağıda bir PDÖ uygulamasından aşamalar halinde bahsedilmektedir. Lütfen dikkatlice okuyunuz.

- İlk olarak öğrenciler küçük gruplar halinde organize edilirler. Her bir grup kendi içerisinde liderini belirleme, görev dağılımı yapma ve problemin çözümü için araştırmayı planlamakla sorumludur.
- Öğretmen ilk problem durumunu öğrencilere verir. Problem grupta belirlenmiş bir kişi tarafında diğer grup üyelerinin anlayabileceği şekilde okunur. Problem tanımlayıcı önemli noktalar bir grup üyesi tarafından diğer üyelerinde yardımıyla not edilir.
- Grup problem üzerinde tartışır. Problem hakkında bilinenler, bilinmesi gerekenler ve çözüme yönelik hipotezleri çalışma yaprağına not edilmelidir. Tartışma sonrasında bir araştırma planına karar verilir. Görev dağılımı yapıldıktan sonra bireysel olarak çalışma yapmak üzere dağılırlar. Bu aşamada gerekirse öğrenciler ders dışında grup halinde de çalışarak gerekli deney ve gözlemleri beraberce yürütürler.
- Öğrenciler; internet, kütüphane veya ilgili konuda uzman kişilere, araştırma verilerini toplamak üzere başvururlar.
- Elde edilen veriler bir araya getirilerek grup üyeleri tarafından paylaşılır, düzenlenir ve problemin çözümüne yönelik muhtemel öneriler not edilir. En

baştan itibaren yapılanlar bir araştırma raporu halinde düzenlenerek yazılır. Ve sonraki derste bu rapor grup üyeleri tarafından sınıf ortamında sunulur.

- Grupların sunumları tek tek dinlenir ve gruplar arası tartışılır. En sonunda öğretmen problemin gerçek çözümüne yönelik bilgiler vererek dersi bitirir.
- Sonraki derste gruplara başka bir problem durumu verilerek yukarıdaki sürecin aynısı tekrar edilir.
- Her bir problem çalışması sonunda öğrencilerden kendilerini ve diğer grup üyelerinin performanslarını değerlendirmeleri istenir. Bu arada sınıf içerisinde bir gözlemci tarafından grup çalışmaları ile ilgili olarak gözlemler yapılır. Bu değerlendirmelerde öğrencilerin grup çalışmalarında;

diğer üyelerle iletişime geçebilme,
eleştirilere açık olma,
düşüncelerini rahatlıkla ifade etme,
başka düşüncelere karşı hoşgörülü olma,
grup aktivitelerine katılma ve
görev almada istekli olma

gibi grupla çalışma becerilerinin yanı sıra,

gözlem yapma,
sınıflandırma,
iletişim kurma,
ölçme,
tahmin etme,
sonuç çıkarma,
değişkenleri belirleme ve kontrol etme,
hipotez kurma ve test etme,
verileri yorumlama,
fonksiyonel tanımlamalar (gözlemlenemeyen durumlardaki açıklamalar)

yapma,

deneme ve
model oluşturma

gibi bilimsel süreç becerilerini ne ölçüde sergiledikleri sorgulanır.

3. Araştırma raporu nasıl hazırlanmalıdır?

Bilimsel bir araştırma raporunda bulunması gerekenler maddeler halinde sıralanmıştır. Lütfen dikkatlice okuyarak kendi raporlarınızın yazımında bu kriterlere uymaya özen gösteriniz.

- **Başlık:** Araştırmanın içeriğini kapsayan ve tanımlayıcı bir başlık seçilmelidir.
- **Özet:** Araştırmanın ana hatlarını içeren en sade halidir. Okuyucuların araştırma hakkında genel bir fikir sahibi olabilmeleri sağlanmak amaçlanmalıdır. Özetle araştırmanın amacı, kapsamı, kullanılan metodlar ve başlıca sonuçlar öz bir şekilde ifade edilmelidir.
- **Giriş:** Konu alanına ait ulaştığınız genel bilgiler ve yaptığınız araştırmanın önemine dair ifadeler bu bölümde yer alır.
- **Araştırma problemi:** Problem durumu bir veya iki cümleyle net bir şekilde ifade edilir.
- **Hipotezler:** Araştırmaya başlamak için sizin doğru olarak kabul ettiğiniz önermelerdir.
- **Sınırlılıklar:** Yapmak istediğiniz fakat yetersizlikler sebebiyle yapamadığınız uygulamalar, göz ardı etmek zorunda kaldığınız faktörlerdir.
- **Yöntem (Metot):** Araştırma sonuçlarını elde etmede izlediğiniz (deney, gözlem vb.) yoldur.
- **Araştırma Dizayını:** Var olan ancak görülemeyen bilgiyi ortaya çıkarmaya yönelik olan *tarama modeli* ve araştırmacının bir deney ortamı oluşturarak değişkenlere müdahale ettiği *deneme modeli* olmak üzere iki türdür. Bu bölümde verilerin hangi tekniklerle, nereden ve ne zaman toplandığı gibi bilgilere de yer verilmelidir.
- **Bulgular:** Bu bölümde elde ettiğiniz verilerden hareketle ulaştığınız sonuçlar belirtilir. Grafik, tablo veya şekiller sonuçların daha iyi anlaşılmasını sağlama açısından önemlidir.
- **Tartışma, yorum ve öneriler:** Bu bölümde sonuçlar üzerinde tartışma ve yorumlara yer verilir. Ayrıca araştırmanın sonuçlarından hareketle faydalı

olacağı düşünölen öneriler buralar yer alır. Problemin çözümlüne yönelik genel ifadeler kullanılır.

- **Kaynakça:** Metin içerisindeki alıntılar için referansların verildiği bölümdür. Alfabetik sıra takip edilir. Bu bölüm yapılan alıntının hangi yazara ve yayına ait olduğu, yayın yılı ve yeri hakkında bilgiler içermektedir.
- **Ekler:** Rapor metni içerisinde yer alması durumunda konu akışını bozabileceği düşünölen dokümanlara burada yer verilir.

3.1. Kaynaklardan alıntılar yaparak referans verme ve kaynakça bölümünün oluşturulması

— **Metin içinde bir kaynaktan yapılan alıntılar iki şekilde gösterilir. Alıntısı yapılan kişinin ismi ile beraber yayın tarihi ya metnin başında veya sonunda verilir.**

Roe (1957)'e göre bireyin çocukluğunda geçirdiği yaşantılar ve ebeveynleri ile olan ilişkileri onun gelecekteki davranışlarını ve ilgi, yetenek ve tutumlarından hangilerini geliştireceğini belirler. Çocukluğunda giderilmeyen veya çok az giderilen ihtiyaçları, büyüdüğünde bilinçdışı eğilimler haline gelecek ve mesleki tercihlerinde rol oynayacaktır.

Meslekleri insanla veya insan dışındaki varlıklarla (nesnelere, hayvanlar ve bitkiler) ilgilenmeyi gerektiren meslekler olarak iki genel kategoriye ayıran yazar, bireyin bu alanlardan birine yönelişinin gerisinde çocukluk yaşantılarından kaynaklanan ihtiyaçlarının olduğu görüşündedir (**Kuzgun 2002**).

— **Metin içerisinde yazılan alıntılar için rapor sonunda kaynakça kısmına aşağıdaki şekillerde referans verilir.**

Kaynakça bölümünde yapılan alıntı bir dergiden ise;

Yazarın soyadı, Yazarın adının baş harfi., Yayın yılı. Yayın adı. Dergi adı, Cilt (Sayı), Sayfa no.

Kaynakça bölümünde yapılan alıntı bir kitaptan ise;

Yazarın soyadı, Yazarın adının baş harfi., Yayın yılı. Kitap adı, Yayınevi adı, Sayfa no, Yayın yeri.

Kaynakça bölümünde yapılan alıntı bir tezden ise;

Yazarın soyadı, Yazarın adının baş harfi., Yayın yılı. Tezin adı, Doktora/Yüksek lisan tezi, Yayınlandığı Üniversite, Yayın yeri.

Kaynakça bölümünde yapılan alıntı bir internet adresinden ise;

Adresin ait olduğu kurum, yapılan alıntının bu web sayfasının hangi bölümünde olduğu, internet adresi.

—Aşağıda örnek bir Kaynakça bölümü yer almaktadır. Alıntılar sıralanışının alfabetik sıraya göre yapıldığına dikkat ediniz.

KAYNAKÇA

- Kuzgun, Y., 2002. Rehberlik ve Psikolojik Danışma. Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi Yayınları, 266, Ankara.
- Roe, A., 1957. Early determinants of vocational choice. Journal of Counseling Psychology, 4 (3), 212-217.
- Köksalan, B., 1999. Üniversite Öğrencilerinin Meslek Seçimini Etkileyen Faktörler. Doktora Tezi. İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi, 2003. Öğrenci Seçme Sınavı Sonuçları. 2003 ÖSS öğrenim durumuna göre sınav sonuç bilgileri. <http://www.osym.gov.tr/sayisal/2003/ossogrenim.htm>
- Tokbudak, A., 2001. Şimdi Tercih Zamanı!. Bilim ve Teknik Dergisi, 402, 48–49.

4. Çalışmalarınızı değerlendirmek için kullanılan ölçekler

Aşağıda PDÖ uygulamasında çalışmalarınızı değerlendirmek amacıyla kullanılacak ölçeklere yer verilmiştir. Uygulama boyunca bu ölçeklerdeki kriterleri dikkate alarak çalışmalarınızı sürdürmeniz gerekmektedir.

KENDİNİ VE GRUP ÜYELERİNİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Adı ve Soyadı:

Grup Adı ve Nosu:

Problem No:

<p>Dikkat! Değerli öğrenciler bu ölçekte sizden kendinizi ve diğer grup üyelerini aşağıdaki ifadeler çerçevesinde objektif bir şekilde değerlendirmeniz istenmektedir. Adı ve Soyadı bölümüne siz ve grup üyelerinizin isimlerini yazdıktan sonra ifadelerin karşısına yeterlik düzeylerini belirten rakamları yerleştiriniz.</p> <p><u>Yeterlilik düzeyleri :</u></p> <p style="text-align: center;">3 - Yeterli düzeyde 2 - Orta düzeyde 1 - Zayıf düzeyde</p>	Grup Üyeleri					
	Adı ve Soyadı	Kendiniz				
1. Problem hakkında sorular sorarak, ana hatlarıyla kavramaya çalışma						
2. Çözüme yönelik faydalı fikirler ileri sürerek uygulanabilir çözüm yolları geliştirme						
3. Süreç boyunca sorgulayıcı olabilme						
4. Yeni ve orijinal düşüncelerle problemlere yaklaşabilme						
5. Çözüm için ihtiyaç duyulan bilgileri, kaynakları ve hedefleri belirleme ve onlara ulaşma						
6. Problemin çözümü için gerekli gözlem, deney ve ölçümleri yapma						
7. Elde edilen bilgilerden sonuçlar çıkarma, tahminlerde bulunma ve varsayımlar geliştirme						
8. Ulaşılan verileri yorumlayıp çözüme yönelik açıklamalar yapma						
9. Düşüncelerini diğer grup üyelerinin anlayabileceği şekilde açık ve anlaşılır olarak sunabilme						
10. Farklı görüşleri dinleme, hoşgörülü bir şekilde karşılayıp değerlendirme						
11. Öğrendiklerini diğer grup üyelerine aktararak birbirinin öğreticisi olabilme						
12. Yapıcı eleştirilere kıskançlık düşüncesi olmadan tepkide bulunabilme						
13. Önceden belirlenen görevleri tamamlayabilme ve sorumluluk almada istekli olma						
14. Grup tarafından ortaya konulan sonuçları kabul etme grup üyelerini elverişli çözüm yolları için tebrik etme						
15. Tartışmalara aktif bir şekilde katılma						
16. Yanlış anlayışları ve çelişkileri gidermede diğer grup üyelerine karşı saygılı davranma						
17. Grup sunumları için gereken katkıyı sağlama						
18. Araştırma raporu için gereken katkıyı sağlama						

SUNU DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Araştırma Sonuçlarının Sunumunda Aranılan Özellikler	Yeterli düzeyde	Orta düzeyde	Zayıf düzeyde
1. Sunum yaparken göz teması, ses, mimikler ve görünüme dikkat ederek vücut dilini etkili bir şekilde kullanma	①	②	③
2. Görüşleri belli bir plan ve mantık silsilesi içerisinde sunma	①	②	③
3. Sunumu tablo, grafik vb. yardımıyla görselleştirme	①	②	③
4. Sunum zamanını etkili bir şekilde kullanma	①	②	③
5. Problemi ve probleme bulunan çözümleri net bir şekilde ifade edip açıklama	①	②	③
6. Önerdikleri çözümü destekleyici, etkili ve ikna edici bir özet sunma	①	②	③
7. Dinleyicilerin sorularına açıklayıcı ve kaliteli cevaplar verme	①	②	③
8. Kullanılan kaynaklar için referans verme	①	②	③

**ARAŞTIRMA RAPORU VE ÇALIŞMA YAPRAĞI DEĞERLENDİRME
FORMU**

Araştırmanın Raporlaştırılmasında Aranılan Özellikler	Yeterli düzeyde	Orta düzeyde	Zayıf düzeyde
1. Araştırma raporunun; başlık, özet, giriş, yöntem, bulgular, tartışma ve yorum, kaynakça ve ekler bölümlerinin oluşturulması	①	②	③
2. Problemin tanımının açık ve net bir şekilde yapılması	①	②	③
3. Araştırmanın amacının belirgin bir şekilde ifade edilmesi	①	②	③
4. Araştırmada kullanılan metotların belirtilmesi	①	②	③
5. Elde edilen verilerin uygun bir şekilde analiz edilerek tablo, grafik, vb. ile belirtilmesi	①	②	③
6. Sonuçların net bir şekilde ifade edilmesi ve yorumlanması	①	②	③
7. Kullanılan kaynaklar için referansların kaynakça bölümünde belirtilmesi	①	②	③
Çalışma Yaprağında Aranılan Özellikler			
1. Problem hakkında bilinenlerin maddeler halinde belirtilmesi	①	②	③
2. Çözüme ulaşmada gerekli olacak öğrenme konularının belirlenmesi	①	②	③
3. Gerekli bilgilere ulaşma yol ve kaynaklarının tespit edilmesi	①	②	③
4. Çözüme yönelik hipotezlerin üretilmesi	①	②	③

5. Çalışma yaprağı

180

Değerli öğrenciler, size her bir problem durumu verilişinde araştırmanızla ilgili planlama yapma sürecinde aşağıdaki çalışma yaprağını doldurmanız gerekmektedir. Araştırma raporlarınızı teslim ederken beraberinde çalışma yaprağınızı da veriniz.

Çalışma yaprağı

Problem Hakkında Bildiklerimiz	Bilmemiz Gerekenler	Gerekli Bilgilere Nasıl Ulaşabiliriz?	Hipotezlerimiz

Uyarı: Daha düzenli bir çalışma için, not edeceğiniz ifadeleri maddeler halinde yazınız.

6. Zaman Çizelgesi

Değerli öğrenciler aşağıda bir haftalık bir süreçte yapacağınız çalışmalar için bir zaman çizelgesi bulunmaktadır. Belirtilen planlamaya dikkat etmeye özen gösteriniz.

Günler	Ders saatleri	Etkinlikler
Çarşamba	2. saat	Problem durumunun öğretmen tarafından verilmesi Problem durumu üzerinde grup halinde tartışma Çalışma yapraklarının doldurulması Araştırma planına karar verilmesi Görev dağılımının belirlenmesi
Çarşamba-Pazartesi	-	Bireysel veya grup çalışmaları, kaynak taraması, deney, gözlem vb. çalışmalar
Pazartesi	1. saat	Araştırma sonuçlarının gruplar tarafından sınıf ortamında sunulması Sonuçlar üzerinde sınıf tartışmaları
Pazartesi-Çarşamba	-	Araştırma raporlarının yazımı
Çarşamba	1. saat	Öğretmen tarafından problemin gerçek çözümüne dair açıklamaların yapılması Araştırma raporlarının ve çalışma yapraklarının toplanması Değerlendirme ölçeklerinin uygulanması
	2. saat	Sonraki problem durumunun verilmesi

Çalışmalarınızda Başarılar Dilerim

Arş. Gör. Erdal TATAR

ÖZGEÇMİŞ

Erzurum'da 1976 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 1995 yılında Atatürk Üniversitesi, Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Bilim Dalı'nda yüksek öğrenimine başladı ve 1999 yılında mezun oldu. 30 Ekim 1999 tarihinden itibaren üç yıl öğretmenlik yaptı. Ekim 1999 – Temmuz 2003 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Eğitimi Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2003 yılında Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Eğitimi Bilim Dalı'nda doktora programına başladı.

Atatürk Üniversitesi, Kâzım Karabekir Eğitim Fakültesinde 2002 yılından beri Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.