

**KİMYA LABORATUVARINDA PROBLEM ÇÖZME
UYGULAMALARI**

**PROBLEM SOLVING APPLICATIONS IN CHEMISTRY
LABORATORY**

SENAR TEMEL

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

DOKTORA TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2009

Canım anneme..

KİMYA LABORATUVARINDA PROBLEM ÇÖZME UYGULAMALARI

Senar Temel

ÖZ

Çalışmada öğrencilerin öğrenmeye aktif katılımını gerektiren, onların yaratıcı düşüncelerine, öğrenmelerinin sorumluluğunu almalarına, araştırma yapmalarına, problemlere çözümler bulmaları yoluyla yeni bilgiyi elde etmelerine olanak sağlayan öğrenci merkezli bir yaklaşım olan kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları gerçekleştirilmiştir. İleride kimya öğretmeni olacak öğrencilerin kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları ile çeşitli kimya konuları ile ilgili problem durumlarına çözümler bulmaları amaçlanmıştır. Ayrıca gerçekleştirilen uygulamalarından sonra öğrenci performansının nasıl olduğunu ve bu uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerilerini algılamalarına, bilimsel işlem becerilerine ve mantıksal düşünme yeteneklerine etkisinin olup olmadığını ve problem çözme becerisini algılama envanterinden, bilimsel işlem becerisi testinden ve mantıksal düşünme yeteneği testinden elde edilen sonuçların öğrenci performansını yordayıp yordamadığını belirleme çalışmanın ana problemleri olmuştur. Çalışmaya, 2006–2007 Öğretim Yılı Güz Döneminde, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4.sınıfta öğrenim gören 42 ve 2007–2008 Öğretim Yılı Güz Döneminde, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4.sınıfta öğrenim gören 30 öğrenci olmak üzere toplam 72 öğrenci katılmıştır. Çalışmada veri toplama araçları olarak, öğrencilerin problem çözme becerilerini algılama seviyelerini değerlendirmek amacıyla problem çözme becerisini algılama envanteri, öğrencilerin bilimsel işlem becerisi seviyelerini değerlendirmek amacıyla bilimsel işlem beceri testi ve öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği seviyelerini değerlendirmek amacıyla mantıksal düşünme yeteneği testi kullanılmıştır. Çalışmada aynı zamanda öğrencilerin bireysel olarak problem çözme becerilerini değerlendirmek amacıyla problem çözme becerilerini değerlendirme formu ve öğrenci raporlarını değerlendirmek amacıyla da öğrenci raporlarını değerlendirme formu kullanılmıştır. Ayrıca öğrenci performansını belirlemek için uygulamaların gerçekleştirildiği “Kimya Eğitimi II” ve “Ortaöğretimde Kimya Deneyleri” derslerinde final sınavları uygulanmıştır. Çalışmanın başlangıcında çalışmanın amaçları doğrultusunda kullanılmasına karar verilen problem çözme becerisini algılama

envanteri, bilimsel işlem beceri testi ve mantıksal düşünme yeteneği testi öğrencilere ön test olarak uygulanmıştır. Daha sonra 5 adımdan oluşan kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları (YÖK Dünya Bankası, 1997) gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü birinci öğretim yılında 8, ikinci öğretim yılında da 5 olmak üzere toplam 13 uygulama gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın son haftasında ise, öğrencilere başlangıçta ön test olarak uygulanan veri toplama araçları son-test olarak uygulanmıştır. Ayrıca bu hafta, öğrenci grupları gerçekleştirdikleri kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarını içeren raporlarını grup olarak araştırmacıya teslim etmişlerdir. Hazırlanan bu deney raporları, yine yönetici-araştırmacı tarafından öğrenci raporlarını değerlendirme formu ile değerlendirilmiştir. Yine gerçekleştirilen uygulama adımları yönetici-araştırmacı tarafından gözlenmiş ve gruplardaki her öğrenci için problem çözme becerilerini değerlendirme formu doldurulmuştur. Her iki formdan elde edilen puanlar ve uygulamaların gerçekleştirildiği derslerin final sınavı notları her öğrenci için öğrenci performansı olarak belirlenmiştir. Çalışmada yapılan istatistiksel analizler sonucunda, gerçekleştirilen uygulamaların, öğrencilerin problem çözme becerisini algılama, bilimsel işlem becerisi ve mantıksal düşünme yeteneği seviyelerini artırmada önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Yapılan çoklu regresyon analizi sonucunda da, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları sonucunda belirlenen öğrenci performansındaki değişimin %42'sinin, problem çözme becerisini algılama, bilimsel işlem becerisi ve mantıksal düşünme yeteneği değişkenlerindeki değişimler tarafından birlikte açıklandığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kimya Eğitimi, Kimya Laboratuvarı, Problem Çözme, Problem Çözme Becerisini Algılama, Bilimsel İşlem Becerisi, Mantıksal Düşünme Yeteneği.

Danışman: Prof. Dr. İnci MORGİL, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı.

PROBLEM SOLVING APPLICATIONS IN CHEMISTRY LABORATORY

Senar Temel

ABSTRACT

In the study, problem solving applications in chemistry laboratory which require students' active participation in learning, provide students' taking responsibility of their learning, searching, obtaining new knowledge via finding solutions to problems have been realized. It has been aimed that pre-service chemistry teachers' finding solutions to problem situations related to various chemistry topics with problem solving applications in chemistry laboratory. Also determining of how pre-service chemistry teachers' performance after realized applications is and whether these applications effect on their perception of problem solving skill, science process skill and logical thinking ability and whether obtained results from problem solving skill perception envantory, science process skill test and logical thinking test predict their performance have been basic problems of the study. 42 pre-service chemistry teachers attending to Hacettepe University, Faculty of Education, Department of Chemistry Education in 2006-2007 Fall Semester and 30 pre-service chemistry teachers attending to Hacettepe University, Faculty of Education, Department of Chemistry Education in 2007-2008 Fall Semester have participated in the study. In the study, problem solving skill perception envantory for assessing pre-service chemistry teachers' perception of problem solving skill, science process skill test for assessing their science process skill and logical thinking ability test for assessing their locigal thinking ability have been used as data collection tools. Also in the study, problem solving skill assessment form for assessing pre-service chemistry teachers' problem solving skill individually and student report assesment form for assessing their reports have been used. Final exams of lectures called "Chemistry Education II" and "Chemistry Experiments in Secondary Education" where applications are realized have been administered to pre-service chemistry teachers to determine their performance. In the beginning of the study, problem solving skill perception envantory, science process skill test and logical thinking ability test have been administered as pre test. After that problem solving applications in chemistry laboratory consisted of 5 stages (YÖK Dünya Bankası, 1997) have been realized. 8 applications have been realized in the first Fall semester of the study and 5 applications have been realized in the

second Fall semester of the study. In the last week of the study, data collection tools have been administered as post test. Also that week, pre-service chemistry teachers have delivered their reports consisted of problem solving applications in chemistry laboratory as group. These reports have been assessed with student report assesment form by administor-reseacher. Also realized application stages have been observed by administor-researcher and problem solving skill assessment form has been filled for each pre-service chemistry teacher in groups by administor-researcher. Obtained scores from both forms and final exam score of the lectures have been determined as pre-service chemistry teachers' performance. At the end of the statistical analyses, it has been seen that realized applications have statistical effect on pre-service chemistry teachers' perception of problem solving skill, science process skill and logical thinking ability. Also multiple regression analyze has displayed that 42 % of the changes in pre-service chemistry teachers' performance were predicted by their perception of problem solving skill, science process skill and locigal thinking ability together.

Keywords: Chemistry Education, Chemistry Laboratory, Problem Solving, Perception of Problem Solving Skill, Science Process Skill, Logical Thinking Ability.

Advisor: Prof. Dr. İnci MORGİL, Hacettepe University, Faculty of Education, Department of Chemistry Education

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında desteğini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. İnci Morgil'e, bana emeği geçen hocalarıma, doktoram süresince bursiyeri olduğum ve desteğini aldığım TÜBİTAK'a, bu yolda beraber yürüdüğüm arkadaşlarıma, attığım her adımda bana inanan ve hep yanımda olan aileme, beni çok uzaklardan izlediğine inandığım dedeme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	2
1.2. Çalışmanın Önemi.....	3
1.3. Problem.....	3
1.4. Alt Problemler.....	3
1.5. Araştırma Hipotezleri.....	4
1.6. Sayıtlılar.....	5
1.7. Sınırlamalar.....	6
2. TEMEL BİLGİLER.....	7
2.1. Fen Bilimleri ve Kimya Eğitimi.....	7
2.1.1. Fen bilimleri ve kimya eğitiminin önemi.....	7
2.1.2. Fen bilimleri ve kimya eğitiminde problem çözmenin önemi.....	8
2.1.3. Fen ve kimya eğitiminde laboratuvarın önemi.....	9
2.1.3.1. Laboratuvar etkinlikleri ve laboratuvar etkinliklerinin amaçları.....	9
2.1.3.2. Laboratuvar etkinliklerinin sınıflandırılması.....	11
2.1.3.3. Laboratuvar etkinliklerine karşı öğrencilerin ilgisi ve tutumu.....	11
2.1.3.4. Öğrencilerin laboratuvar öğrenme çevresine karşı bakış açıları....	13
2.1.3.5. Laboratuvarlarda öğrenci performansını ve başarısını değerlendirme.....	14
2.1.3.6. Laboratuvar değerlendirme araçlarının geliştirilmesi ve uygulanması.....	18
2.1.3.7. Geleneksel laboratuvar yaklaşımı.....	18
2.1.4. Laboratuvarlarda problem çözme yaklaşımı.....	20
2.2. Problem Çözme.....	23
2.3. Problem Çözme Süreci.....	25
2.4. Algoritmik Ve Kavramsal Problem Çözme.....	25
2.5. Problem Çözme Ve Algoritma Kullanımı.....	26
2.6. Problem Çözmede Strateji Kullanımı.....	28
2.7. Problem Çözme Öğretilebilir mi?.....	32
2.8. Geleneksel Problem Çözme Yolu.....	34
2.9. Problem Çözmede Önemli Olan Faktörler.....	35

2.9.1. Problem çözmeye ön deneyimlerin önemi.....	37
2.9.2. Problem çözmeye bilginin önemi.....	39
2.9.3. Problem çözmeye bilişsel yapının önemi.....	40
2.9.4. Problem çözmeye işbirlikli grup çalışmasının önemi.....	40
2.9.5. Problem çözmeye işleyen bellek kapasitesinin önemi.....	41
2.9.6. Problem çözmeye uzun süreli belleğin önemi.....	42
2.10. Problem Çözme Yeteneğini Geliştirme.....	42
2.11. Problem Çözmeyi Öğretme Yolu.....	44
2.11.1. Aktif problem çözme modeli.....	45
2.11.2. Aktif problem çözme modelinin uygulanması.....	46
2.11.2.1. Problemi tanımlama.....	47
2.11.2.2. Tüm olası çözümleri listeleme.....	47
2.11.2.3. Seçenekleri değerlendirme ve en iyiyi seçme.....	47
2.11.2.4. Harekete geçme.....	47
2.11.2.5. Değerlendirme.....	47
2.11.3. Pathway yöntemi ile problem çözme.....	48
2.11.3.1. Amaç.....	48
2.11.3.2. Veriler.....	48
2.11.3.3. Pathway.....	49
2.11.3.4. Cevap.....	50
2.11.4. Pathway yöntemine dayanan bir problem çözme örneği.....	50
2.11.5. GOAL yöntemi ile problem çözme.....	50
2.12. Başarılı Ve Başarısız Problem Çözümleri.....	51
2.13. Uzman Ve Acemi Problem Çözümleri.....	53
2.13.1. Analiz Süreci.....	56
2.13.2. Mantıklı Düşünme Süreci.....	57
2.13.3. Meta-Bilişsel Süreç.....	57
2.14. Problem Çözmenin Değerlendirilmesi.....	58
2.15. Problem Çözmeye Karşı Olumsuz Tutumlar.....	61
2.16. Problemler Ve Alıştırmalar.....	61
2.17. İyi Bir Problem İçin Geçerli Olan Ölçütler.....	63
2.18. Problemlerin Sınıflandırılması.....	64
2.19. İyi Yapılandırılmış Ve İyi Yapılandırılmamış Problemler.....	65
2.20. Kavramsal Problemler Ve Kavramsal Anlama.....	66

2.21. Problem Çözmenin Öğrenme Ürünleri.....	67
2.21.1. Problem çözme becerisi.....	67
2.21.2. Bilimsel süreç becerileri.....	71
2.21.3. Mantıksal düşünme yeteneği.....	76
2.22. Problem Çözme İle İlgili Araştırma Makaleleri.....	79
2.23. Problem Çözme İle İlgili Yapılmış Yüksek Lisans/Doktora Tezleri.....	110
3. YÖNTEM.....	126
3.1. Evren Ve Örneklem.....	126
3.2. Araştırma Deseni.....	126
3.3. Değişkenler.....	126
3.3.1. Bağımlı değişkenler.....	126
3.3.2. Bağımsız değişkenler.....	126
3.4. Veri Toplama Araçları.....	126
3.4.1. Problem çözme becerisini algılama envanteri.....	127
3.4.2. Bilimsel işlem beceri testi.....	129
3.4.3. Mantıksal düşünme yeteneği testi.....	129
3.4.4. Problem çözme becerilerini değerlendirme formu.....	130
3.4.5. Öğrenci raporlarını değerlendirme formu.....	130
3.4.6. Final Sınavları.....	130
3.5. Öğretim Süreci.....	131
3.5.1. Ön test uygulamaları.....	131
3.5.2. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları.....	131
3.5.3. Son test uygulamaları.....	134
4. BULGULAR.....	135
4.1. Öğrencilerin Final Sınavlarındaki Performanslarına İlişkin Bulgular.....	135
4.2. Öğrencilerin Problem Çözme Becerilerini Algılama Düzeylerine İlişkin Bulgular.....	137
4.3. Problem Çözme Becerisini Algılama Envanterinden Elde Edilen Bulgular.....	141
4.4. Bilimsel İşlem Beceri Testinden Elde Edilen Bulgular.....	141
4.5. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testinden Elde Edilen Bulgular.....	142
4.6. PÇBA, BİB ve MDY İle Öğrenci Performansı Arasındaki İlişki İle İlgili Bulgular.....	142
4.7. PÇBAE İle BİBT (Son Test Sonuçları) Arasındaki İlişki İle İlgili Bulgular.....	143

4.8. PÇBAE İle MDYT (Son Test Sonuçları) Arasındaki İlişki İle İlgili Bulgular	144
4.9. Araştırma Hipotezlerin Değerlendirme Sonuçları.....	144
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	149
KAYNAKLAR.....	176
EKLER.....	190
ÖZGEÇMİŞ.....	222

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Sorgulama seviyesi ölçeği	11
Çizelge 2.2. Pathway örneği.....	50
Çizelge 2.3. Problem tipleri.....	64
Çizelge 2.4. Problem çözme becerileri.....	68
Çizelge 2.5. Bilimsel süreç becerileri.....	72
Çizelge 3.1. PÇBAE'nin alt ölçeklerine ait açıklanan varyans ve cronbach alfa değerleri.....	129
Çizelge 3.2. Çalışmanın yürütüldüğü birinci öğretim yılında gruplar ve her bir grup tarafından belirlenen problemler.....	133
Çizelge 3.3. Çalışmanın yürütüldüğü ikinci öğretim yılında gruplar ve her bir grup tarafından belirlenen problemler.....	134
Çizelge 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü birinci öğretim yılında Bloom taksonomisine göre hazırlanmış sorulara öğrencilerin verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları.....	135
Çizelge 4.2. Çalışmanın yürütüldüğü ikinci öğretim yılında Bloom taksonomisine göre hazırlanmış sorulara öğrencilerin verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları.....	136
Çizelge 4.3. “Problem çözme yeteneğine güven” faktöründe yer alan maddelere ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....	138
Çizelge 4.4. “Yaklaşma-kaçınma” faktöründe yer alan maddelere ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....	139
Çizelge 4.5. “Kişisel kontrol” faktöründe yer alan maddelere ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....	140
Çizelge 4.6. PÇBAE son test verileri için toplam puan analizi.....	140
Çizelge 4.7 PÇBAE ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı gruplar için t-testi bulguları.....	141
Çizelge 4.8. BİBT ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı gruplar için t-test bulguları.....	142
Çizelge 4.9. MDYT ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı gruplar için t-testi bulguları.....	142

Çizelge 4.10. PÇBAE, BİBT ve MDYT son test sonuçlarının birlikte öğrenci performansını yordamasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi bulguları.....	143
Çizelge 4.11. PÇBAE ile BİBT (son test sonuçları) arasındaki ilişki ile ilgili bulgular.....	143
Çizelge 4.12. PÇBAE ve MDYT (son test sonuçları) arasındaki ilişki ile ilgili bulgular.....	144

EKLER DİZİNİ

- EK 1 PROBLEM ÇÖZME BECERİSİNİ ALGILAMA ENVANTERİ
- EK 2 BİLİMSEL İŞLEM BECERİ TESTİ
- EK 3 MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ TESTİ
- EK 4 PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİ DEĞERLENDİRME FORMU
- EK 5 ÖĞRENCİ RAPORLARINI DEĞERLENDİRME FORMU
- EK 6 2006–2007 ÖĞRETİM YILI GÜZ DÖNEMİ FİNAL SINAVI
- EK 7 2007–2008 ÖĞRETİM YILI GÜZ DÖNEMİ FİNAL SINAVI
- EK 8 2006–2007 ÖĞRETİM YILI GÜZ DÖNEMİNDE UYGULAMALARA KATILAN ÖĞRENCİ GRUPLARINDAN BİRİNİN GERÇEKLEŞTİRDİĞİ UYGULAMA ADIMLARI
- EK 9 2007–2008 ÖĞRETİM YILI GÜZ DÖNEMİNDE UYGULAMALARA KATILAN ÖĞRENCİ GRUPLARINDAN BİRİNİN GERÇEKLEŞTİRDİĞİ UYGULAMA ADIMLARI

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

PÇBA	: Problem Çözme Becerisini Algılama
PÇBAE	: Problem Çözme Becerisini Algılama Envanteri
BİB	: Bilimsel İşlem Becerisi
BİBT	: Bilimsel İşlem Beceri Testi
MDY	: Mantıksal Düşünme Yeteneği
MDYT	: Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi
PÇBDF	: Problem Çözme Becerilerini Değerlendirme Formu
ÖRDF	: Öğrenci Raporlarını Değerlendirme Formu
$\bar{X}$	: Aritmetik Ortalama
s	: Standart Sapma
t	: t değeri
p	: Anlamlılık düzeyi ($p < 0.05$)
R	: Pearson Korelasyon Sabiti
R²	: Determinasyon Katsayısı
df	: Serbestlik Derecesi
S	: Standart sapma
F	: F değeri
B	: Beta

1. GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz çağda, bilgi ve eğitimin bir ülkenin geleceğindeki ağırlığı doruk noktasına ulaşmış ve bu, birey için de yaşamsal bir önem kazanmıştır. Bu özelliği ile eğitim, her kademede öğrencinin çok büyük bir gereksinme duyarak istekle, şevkle ve mutlulukla yaşayacağı akıp giden bir süreç durumuna gelmiştir. Bilginin insan yaşamındaki ağırlığı artmış ve insan artık bilgi ile beslenen ve şekillenen bir duruma gelmiştir (Ataünal, 2000). Bilim ve teknolojiye akıl almaz gelişmeler de, eğitime daha fazla önem verilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Çünkü toplumların eğitimden beklentileri farklılaşmıştır. Eğitimin yetiştireceği insan profili değişmiştir.

Günümüzün koşullarına cevap verebilecek eğitim, kuşakların yaptıklarını yineleyen değil, yeni bir şeyler yapabilme yeteneği olan insanları yetiştirmeyi temel amaç edinecek bir sistemdir. Bu eğitim sistemi, bireyin ve toplumun gereksinimlerine dönük, yaşam boyu öğrenmeyi sağlayan, üründen çok, süreçler üzerinde kaliteyi ve verimliliği gözetken bir yapıda düzenlenmelidir (Ataünal, 2000). Bilgi çağının yaşandığı günümüzde eğitim sisteminin temel amacı, öğrencilere mevcut bilgileri aktarmaktan çok, bilgiye ulaşma becerilerini kazandırmak olmalıdır. Bu ise, üst düzey zihinsel süreç becerileriyle olmaktadır. Başka bir deyişle, ezberden çok, kavrayarak öğrenme, karşılaşılan yeni durumlarla ilgili problemleri çözebilme ve bilimsel yöntem süreci ile ilgili becerileri gerektirmektedir (Kaptan, 1999). İşte bu noktada da, eğitim ve öğretim etkinliklerinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Yapılan pek çok çalışma, klasik yöntemlerle öğretimin etkinliğinin son derece düşük olduğunu ortaya koymuştur. Bu tür yöntemlerde, tek düze bilgilerin ve becerilerin verilmesi üzerinde durulmaktadır. Halbuki, dikkatin daha çok bireysel ve grup çalışmaları üzerinde yoğunlaştığı, öğrenen merkezli modern yöntemlerde, öğrenciler yaratıcılığa, problem çözmeye, kendi fikirlerini geliştirmeye ve bu fikirleri ortaya koymaya güdülendirilmektedirler (Küçükahmet, 2003).

Bilgi ve teknoloji çağını anlamak ve ona ayak uydurabilmek, araştırma, sorgulama ve karşılaşılan problemleri bilimsel yöntemlerle çözebilme becerisi ile mümkün olmaktadır. Bilgiyi ezberleyerek hazır olarak alan değil de, gözlemler yaparak, anlamlı sorular sorarak, bunlara yanıtlar arayan nesiller yetiştirmek için, yaparak

yaşayarak öğrenme gibi kalıcı öğrenme sağlayan öğrenme ortamları hazırlamak gerekmektedir. Laboratuvar çalışmaları da, bu sürece en fazla katkı sağlayan unsurlardan biridir (Erbaş, Şimşek ve Çınar, 2005).

Tüm bu değinilen noktalar göz önüne alındığında, hem problem çözmenin hem de laboratuvar çalışmalarının öğretim ortamındaki önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Bu noktalardan yola çıkarak, çalışmamızda da kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına yer vererek konunun önemine dikkat çekmek amaçlanmıştır. Tek tek ele alınacak olduğunda, problem çözme yönteminin pek çok açıdan öğrenciye yarar sağladığı görülmektedir;

1. Öğrenciyi öğrenme ortamında aktif kılma,
2. Öğrenciye ileride karşılaştıkları sorunlara uygulayacakları çözümlerin modellerini sağlama,
3. Daha uzun süreli algılama ve akılda tutma olanağı sağlama,
4. Öğrencilerin öğrenme sorumluluklarını geliştirme (Küçükahmet, 2003) bu yararlardan sadece birkaçıdır.

Aynı şekilde laboratuvar çalışmaları da, bu süreçte pek çok açıdan önemlidir;

1. Bilimsel düşünme ve çalışma becerileri geliştirebilme,
2. Kalıcı ve etkili öğrenmeyi sağlama,
3. Öğrencilerin yapılacak etkinliklerle bilgiye kendilerinin ulaşmalarını sağlayabilme,
4. Edinilen bilgileri analiz edebilme,
5. Edinilen bilgi ve bulguları paylaşabilen, ortak çalışmaya yatkın, uygar bireyler haline gelebilme (Erbaş, Şimşek ve Çınar, 2005) laboratuvar çalışmalarının öğrenciye sağladığı olanaklardan bazılarıdır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Çalışmada ileride kimya öğretmeni olacak öğrencilerin kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları ile çeşitli kimya konuları ile ilgili problem durumlarına çözümler bulmaları amaçlanmıştır.

1.2. Çalışmanın Önemi

Çalışmada kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları ayrıntılı olarak açıklanmaya çalışılmıştır. Bu uygulamalar, öğrencilerin öğrenmeye aktif katılımını gerektiren, onların yaratıcı düşüncelerine, öğrenmelerinin sorumluluğunu almalarına, araştırma yapmalarına, problemlere çözümler bulmaları yoluyla yeni bilgiyi elde etmelerine olanak sağlayan öğrenci merkezli bir yaklaşım olması açısından önemlidir. Ayrıca geleneksel laboratuvar yaklaşımlarından farklı olarak gerçekleştirilen laboratuvar uygulamalarına da yer verilmesi, laboratuvar uygulamalarının öğrencilere daha fazla yarar sağlayacak şekilde düzenlenmesi gerekliliğini ortaya çıkarması açısından da önemlidir. Bu nedenlerden dolayı, çalışmanın, fen bilimi literatürüne katkı sağlayabilecek ve eğitimcilere öğretimleri sırasında yardımcı olabilecek bir kaynak olması düşünülmektedir.

1.3. Problem

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarından sonra öğrenci performansının nasıl olduğunu ve bu uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerilerini algılamalarına (PÇBA), bilimsel işlem becerilerine (BİB) ve mantıksal düşünme yeteneklerine (MDY) etkisinin olup olmadığını ve problem çözme becerisini algılama envanterinden (PÇBAE), bilimsel işlem becerisi testinden (BİBT) ve mantıksal düşünme yeteneği testinden (MDYT) elde edilen sonuçların öğrenci performansını yordayıp yordamadığını belirleme çalışmanın ana problemleri olmuştur.

1.4. Alt Problemler

1. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin, uygulamaların yürütüldüğü dersler kapsamında uygulanan final sınavlarında yer alan alt ve üst düzey düşünme becerileri gerektiren sorulardaki performansları nasıldır?
2. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin problem çözme becerilerini algılama düzeyleri nasıldır?
3. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra PÇBA seviyeleri nasıldır ve öğrencilerin

- PÇBAE ön ve son test sonuçları karşılaştırıldığında problem çözme becerileri algılamalarında bir gelişme gözlenmiş midir?
4. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra BİB seviyeleri nasıldır ve BİBT ön ve son test sonuçları karşılaştırıldığında bilimsel işlem becerilerinde bir gelişme gözlenmiş midir?
 5. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra MDY seviyeleri nasıldır ve MDYT ön ve son test sonuçları karşılaştırıldığında mantıksal düşünme yeteneklerinde bir gelişme gözlenmiş midir?
 6. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin performanslarına PÇBA, BİB ve MDY değişkenleri birlikte anlamlı bir katkı sağlamış mıdır?
 7. PÇBAE son test sonuçları ile BİBT son test sonuçları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
 8. PÇBAE son test sonuçları ile MDYT son test sonuçları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

1.5. Araştırma Hipotezleri

Araştırma Hipotezi 1

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin, uygulamaların yürütüldüğü dersler kapsamında uygulanan final sınavlarında yer alan alt ve üst düzey düşünme becerileri gerektiren sorulardaki performansları yüksektir.

Araştırma Hipotezi 2

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin problem çözme becerilerini algılama düzeyleri yüksektir.

Araştırma Hipotezi 3

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra PÇBA seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

Araştırma Hipotezi 4

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra BİB seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

Araştırma Hipotezi 5

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra MDY seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

Araştırma Hipotezi 6

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin performanslarına PÇBA, BİB ve MDY değişkenlerinin birlikte istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır.

Araştırma Hipotezi 7

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE son test sonuçları ile BİBT son test sonuçları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Araştırma Hipotezi 8

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE son test sonuçları ile MDYT son test sonuçları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

1.6. Sayıtlar

Çalışmanın üzerine kurulduğu sayıtlar aşağıda sıralanmıştır;

1. Çalışma kapsamında veri toplama araçları (PÇBAE, BİBT ve MDYT) standart koşullar altında uygulanmıştır.
2. Çalışmaya katılan tüm öğrenciler kullanılan testlere gönüllü olarak katılmışlar ve yansız olarak cevap vermişlerdir.
3. Çalışmayı gerçekleştiren yönetici-araştırmacı tüm uygulama süresince önyargısız olmuşlar ve hiçbir etki altında kalmadan değerlendirme yapmışlar ve değerlendirme formlarını doldurmuşlardır.

1.7. Sınırlamalar

Ana problem ve alt problemlerde belirtilen sınırlamalara ek olarak;

1. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları çeşitli kimya konuları ile ilgili 13 farklı uygulama ile sınırlıdır.
2. Çalışma, 2006–2007 Öğretim Yılı Güz Döneminde Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4.sınıfta öğrenim gören 42 ve 2007-2008 Öğretim Yılı Güz Döneminde Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4.sınıfta öğrenim gören 30 öğrenci olmak üzere toplam 72 öğrenci ile sınırlıdır.
3. Çalışmada kullanılan veri toplama araçları; PÇBAE, BİBT, ve MDYT, Problem Çözme Becerilerini Değerlendirme Formu (PÇBDF) ve Öğrenci Raporlarını Değerlendirme Formu (ÖRDF) ve uygulamaların gerçekleştirildiği derslerin final sınavları ile sınırlıdır.

2. TEMEL BİLGİLER

2.1. Fen bilimleri ve Kimya Eğitimi

2.1.1. Fen bilimleri ve kimya eğitiminin önemi

Öğrencilere fen bilimleri eğitiminin verilmesinin temel gerekçelerinden biri, onları bilimsel olarak okur-yazar düzeye getirmektir. Bilimsel okur-yazarlık; fen bilimlerinin doğasını bilmek, bilginin nasıl elde edildiğini anlamak, fen bilimlerindeki bilginin bilinen gerçeklere bağlı olduğunu ve yeni kanıtlar toplandıkça değişebileceğini algılamak, fen bilimlerindeki temel kavram, teori ve hipotezleri bilmek ve bilimsel kanıt ile kişisel görüş arasındaki farkı algılamak olarak tanımlanmaktadır. Bilimsel okur-yazar bireylerden oluşan toplumlar, hem yeniliklere kolayca uyum sağlamakta hem de kendileri yeniliklere önderlik edebilmektedir. Bireylerin de, kendi yaşantılarını etkileyen olayların okulda öğrendikleri bilgilerle ilişkisini kavramaları, onların bilimsel okur-yazar olmalarına büyük ölçüde katkı sağlamaktadır. Bu ilişki kurulmadığında da, teknolojinin egemen olduğu günümüzde, bireyler daha kolay bir yaşantı için gerekli bilgi ve becerileri kazanamamaktadır.

Günlük hayatımızda karşılaştığımız, kullandığımız ve gözlemlediğimiz birçok durum da fizik, kimya veya her ikisi ile de ilgilidir. Öğrenciler kimyadaki bilgilerin soyut olmadığını, aksine kendi yaşantılarıyla direkt olarak ilişkisi olduğunu algıladığında, kimyaya karşı ilgi ve tutumları artacağı için bu bilimi hissederek öğrenmekte ve bu ilişkilendirme, onların öğrenmelerini kolaylaştırabilmektedir.

Ortaöğretimde fen bilimlerinin okutulmasının temel gerekçelerinden bir diğeri de, öğrencilerin çok büyük bir kesiminin ya lise öğreniminden sonra eğitimlerine devam etme şansı bulamamaları ya da sosyal bilimlerde eğitimlerine devam etmeleridir. Yani, bilimsel okur-yazarlığı bütün topluma yaymak için ilkokulda çok basitçe değinilen fizik ve kimya kavramları ve onların teknoloji ve toplumla ilişkileri ortaöğretim boyunca etkili bir şekilde verilerek bütünlük sağlanmalıdır. Fizik ve kimyanın liselerde öğretilmesinde bir başka önemli nokta ise, adı geçen alanlarda lisans eğitimi yapacak olan gençlere iyi bir temel sağlamaktır. Bu gençler gelecekte bilime orijinal katkılar sağlayabilecek şekilde yetiştirilmelidirler. Ortaöğretim, bilimselliğin bilinçli bir şekilde kazanılabileceği ilk aşamadır. Kimya

gibi fen dersleri ise bu süreçte en etkin kullanılabilecek disiplinlerden biridir. Çünkü bu disiplinlerin gelişmesinde birincil kaynak bilimsel yöntemlerin kullanılmasıdır. Kısaca, günümüz insanının, hayatının her safhasını etkileyen teknolojik gelişmeleri algılayıp yorumlayabilmesi için, temel bir kimya genel kültürü eğitiminden geçirilmesinin gerekliliği açıkça görülmektedir. Böylece, bireyler bilimin değerini anlamakta ve ona karşı pozitif bir tutum geliştirmekte, teknolojinin toplumsal yaşantı üzerindeki etkisini anlamakta ve en önemlisi bilim-teknoloji ve toplum arasındaki ilişkiyi ve birbirlerini nasıl etkilediklerini merakla izlemektedir. Bunun yanında, fen bilimleri eğitiminden geçen öğrenciler, bilimsel süreç becerileri geliştirmekte ve bunları daha sonraki yaşantılarının değişik aşamalarında kullanarak hayatlarını kolaylaştırmaktadırlar (YÖK Dünya Bankası, 1997).

2.1.2. Fen bilimleri ve kimya eğitiminde problem çözmenin önemi

Çeşitli araştırmacılara göre (Gabel and Bunce, 1994; Tsapalis, Kousathana and Niaz, 1998; Heyworth, 1999; Stamovlasis and Tsapalis, 2000) fen bilimleri eğitiminin amaçlarından ilki, özel bir alanda organize olmuş bilginin elde edilmesidir. İkincisi ise, bu alanla ilgili problemleri çözme yeteneğidir (Lee et al., 2001). Fen eğitiminde problem çözme yeteneğinin kazandırılması için de ilk olarak, problem çözme öğretiminin öneminin anlaşılması gerekmektedir. Saygılı (2000)'ya göre hızla değişen ve gelişen günümüz toplumu insanı, bu değişime ve gelişime ayak uydurabilmek ve katkıda bulunabilmek için, karşılaştığı problemlerin üstesinden gelmek zorundadır. Bu nedenle karşılaştığımız pek çok durumda düşüncelerimiz problem çözmeye yöneliktir. Aynı şekilde, bilim adamları da, bilinen gerçeklerden bilinmeyen gerçeklere doğru olan çalışma süreçlerinde birçok problemle karşılaşmaktadırlar. Amaçlarına ulaşmak için de, bu süreçlerde ortaya çıkan problemlerin ve engellerin üstesinden gelme yeteneğine sahip olmak zorundadırlar. Bu nedenle, öğrencilerin fen bilimi eğitimi boyunca problem çözme yeteneklerini geliştirmek önemlidir. Fen eğitiminde problem çözme yeteneğinin kazandırılması için ikinci olarak ta, öğrencilerin fen bilimi eğitiminde karşılaştıkları problemlerin üstesinden gelmelerine yardım etmenin yollarını bulmak gerekmektedir (Lee et al., 2001).

2.1.3. Fen ve kimya eğitiminde laboratuvarın önemi

2.1.3.1. Laboratuvar etkinlikleri ve laboratuvar etkinliklerinin amaçları

Laboratuvar etkinliklerinin fen bilimi kavramlarının öğrenilmesine ve anlaşılmasına katkıda bulunduğu bilinmektedir. Fen bilimi eğitimi literatürü de, bu pratik etkinlikleri onaylayan deneysel kanıtlar sağlamaktadır (Kampourakis and Tsapalis, 2003).

Garnett, Garnett and Hackling (1995), laboratuvar etkinliklerinin amaçlarının 4 ana kategoride sınıflandırılabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu amaçlar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

- Kavramsal öğrenme,
- Teknik ve el becerileri,
- Araştırma ve problem çözme becerileri ve
- Duyuşsal sonuçlar

Lunnetta and Tamir (1979) ve Woolnough and Allsop (1985), böyle amaçları başarmak için öğretmenlerin uygun laboratuvar çalışmaları ile bu amaçları eşleştirmeleri gerektiğini iddia etmişlerdir (Staer et al., 1998).

Yine, Shulman and Tamir (1973), fen eğitimin de laboratuvar etkinliklerinin amaçlarını aşağıdaki gibi sıralamışlardır:

- Fen bilimine karşı olumlu tutumlar kazandırmak, merak ve ilgi uyandırmak,
 - Problem çözme becerisi kazandırmak ve yaratıcı düşünmeyi geliştirmek,
 - Bilimsel yöntem ve bilimsel düşüncenin gelişimine yardımcı olmak (örneğin, hipotez kurma, tahminlerde bulunma vb.),
 - Kavramsal anlama ve düşünme becerileri geliştirmek,
 - Uygulamaya dönük beceriler geliştirmek (araştırma tasarlama ve yürütme, gözlem yapma, verileri kaydetme, sonuçları yorumlama ve analiz etme vb.)
- (Temiz ve Kanlı, 2005).

Buckley and Kempa (1971)'ya göre, laboratuvar etkinlikleri, öğrencilerin deneysel verileri yorumlama yetenekleri kadar gözlem yetenekleri de kazanması için teşvik edilmelerini amaçlamalıdır (Kampourakis and Tsapalis, 2003).

Hofstein and Lunetta (1982; 2004)'ya göre laboratuvar etkinlikleri, fen bilimi müfredat programında merkezi bir role sahiptir ve fen bilimi eğitimcileri, öğrencileri fen bilimi laboratuvar etkinliklerinde meşgul etmenin ve onların laboratuvar etkinliklerini içeren bir öğrenme ortamında yer almalarının birçok yarar sağladığını öne sürmüşlerdir. 19. yüzyılın sonlarından itibaren okullar, fen bilimini sistematik olarak öğretmeye başladıklarında, fen bilimi laboratuvarları, fen bilimi eğitiminin ayırt edici bir özelliği olmuştur. 1960'lardaki, müfredat reformları sırasında, fen bilimi eğitimindeki pratik çalışmalar, öğrencileri araştırmalarda, keşiflerde, sorgulamalarda ve problem çözme etkinliklerinde meşgul etmek için kullanılmıştır (Hofstein, 2004). Fakat bazı eğitimciler ise, laboratuvar çalışmalarının etkinliğini ve rolünü sorgulamaya başlamışlardır (Hofstein and Lunetta, 1982).

Ramsey and Howe (1969)'a göre, öğrencilerin laboratuvardaki deneyimlerinin fen biliminin önemli bir parçası olması gerektiği fen bilimi öğretiminde yaygın bir kabul görmüştür. Fakat en iyi deneyimin ne olduğu ve bu deneyimlerin geleneksel sınıf çalışmaları ile nasıl harmanlanacağı objektif olarak değerlendirilmemiştir. 1960 ve 1980 yılları arasında, araştırma makaleleri, raporları ve doktora tezleri genelde fen bilimi laboratuvarının eşsizliği, özelde de onun eğitimsel etkililiği ile ilgili çevreleri ve değişkenleri keşfetmek ve incelemek amacıyla basılmıştır. Tobin (1990), fen bilimi laboratuvarında öğretimin ve öğrenimin etkililiği konusunda araştırmalar yapmıştır. Fen bilimi eğitimcileri ve araştırmacıları için araştırma planları önermiştir. Öğrencilere, olaylar ve bu olaylarla ilgili kavramlar hakkında bilgi oluşturmak için uygun bir ortamda donanımı ve materyalleri kullanma fırsatları verildiğinde anlamlı öğrenmenin mümkün olabileceğini ileri sürmüştür. Ulusal Fen Bilimi Eğitimi Standartları (National Research Council, 1996) ve diğer fen bilimi literatürü (Lunetta, 1998; Bybee, 2000; Hofstein and Lunetta, 2004) genelde fen bilimi öğretiminde, özelde de kimya eğitiminde laboratuvar uygulamalarının ve laboratuvarların rolünün tekrar düşünülmesinin önemini vurgulamıştır. Tobin (1990) and Gunstone (1991) ise, uygun laboratuvar etkinliklerinin, öğrencilerin bilgilerini oluşturmalarına, sorgulama ve problem çözme yetenekleri ve psikomotor beceriler (el ve gözlemsel beceriler) geliştirmelerine yardım etmede etkili olabileceğini ileri sürmüştür (Hofstein, 2004).

2.1.3.2. Laboratuvar etkinliklerinin sınıflandırılması

Hegarty-Hazel and Tamir (1989)'e göre laboratuvar etkinlikleri, eğitiminin, problemi, kullanılacak materyali, izlenecek yöntemi ve problemin beklenen cevabını öğrenciye sunmasına ya da öğrencilerin kendileri için kararlar almasının istenmesine göre yani laboratuvardaki sorgulamanın açıklık seviyesine bağlı olarak sınıflandırılabilir. Laboratuvar etkinliklerini sınıflandırmak için Çizelge 2.1'de gösterilen sorgulama seviyesi ölçeği geliştirilmiştir.

Çizelge 2.1. Sorgulama seviyesi ölçeği

Seviye	Problem	Materyal	Yöntem	Cevap	Genel Adı
0	Verilmiş	Verilmiş	Verilmiş	Verilmiş	Doğrulama
1	Verilmiş	Verilmiş	Verilmiş	Açık	Rehberli sorgulama
2a	Verilmiş	Verilmiş	Açık	Açık	Açık rehberli sorgulama
2b	Verilmiş	Açık	Açık	Açık	Açık rehberli sorgulama
3	Açık	Açık	Açık	Açık	Açık sorgulama

Sorgulamanın en alt seviyesinde (seviye 0), araştırılacak problem, kullanılacak materyal, izlenecek yöntem ve problemin cevabı, öğrencilere öğretmen yada çalışma yaprağı tarafından sunulmaktadır. Sorgulamanın en üst seviyesinde ise (seviye 3), bütün bunları öğrencilerin kendilerinin belirlemesi gerekmektedir (Staer et al., 1998).

2.1.3.3. Laboratuvar etkinliklerine karşı öğrencilerin ilgisi ve tutumu

Fen bilimine karşı olumlu tutumlar geliştirme, fen bilimi öğretiminin önemli amaçlarından biri olarak sıralanmaktadır. Hofstein and Lunetta (1982; 2004) laboratuvarların, laboratuvar etkinlikleri etkili bir şekilde organize edildiğinde, öğrencilerin tutumlarını ve bilişsel büyümelerini geliştirmeye pozitif katkıda bulunma potansiyele sahip olan ortamlar olduğunu ileri sürmüşlerdir.

1970 ve 1980'lerde basılan birkaç çalışma (Bates, 1978; Hofstein and Lunetta, 1982), öğrencilerin bazı derslerde laboratuvar çalışmalarından zevk aldıklarını ve bu laboratuvar deneyimlerinin, onların fen bilimine karşı daha çok pozitif tutum ve ilgi göstermelerine yardımcı olduğunu rapor etmişlerdir (Hofstein, 2004).

Ben-Zvi, et al. (1976b), öğretmen demonstrasyonları, filme alınmış deneyler, sınıf tartışmaları ve derslerle karşılaştırıldığında, öğrencilerin kimya laboratuvarında bizzat yer almasının, onların kimya çalışmalarına karşı olan ilgilerinin gelişmesine yardımcı olmada en etkili eğitimsel yöntem olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen veriler, öğrencilerin kişisel laboratuvar çalışmalarının, onların kimyaya karşı ilgilerini geliştirmede, laboratuvar çalışmalarının yerini alan deneyimlerden daha etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yine, öğrencilerin laboratuvar çalışmalarına alternatif olarak sunulan medyaya dayalı yaklaşımların eğitimsel değerini, kişisel laboratuvar çalışmalarına göre daha az buldukları ortaya çıkartılmıştır.

Okebukola (1986), çalışmasında fen bilimi laboratuvarında devamlı yer almanın, genelde kimya öğrenimine, özelde de kimya laboratuvarındaki öğrenmeye karşı artan bir tutumla sonuçlandığını iddia etmiştir. Çalışmada laboratuvar etkinliklerine ayrılan zamanın öğrencilerin laboratuvara karşı pozitif tutum göstermesi ile ilgili ilişkili olduğunu bulmuştur.

Kipnis and Hofstein (2003); Hofstein, Ben-Zvi and Samuel (1976a) tarafından geliştirilen kimya laboratuvarına karşı tutum ve ilgi anketi, iki öğrenci grubunun karşılaştırıldığı bir çalışmada kullanmıştır. Birinci grup öğrenciler, sorgulama tipi deneyler yapan öğrencilerden oluşurken, diğer grup öğrenciler doğrulama tipi deneyler yapan öğrencilerden oluşmuştur. Sorgulama tipi deneyler yapan öğrencilerin genelde kimya öğrenimine, özelde de kimya laboratuvarındaki öğrenmeye karşı diğer grup ile karşılaştırıldığında daha pozitif tutumlar geliştirdiği bulunmuştur (Hofstein, 2004).

1990'ların başında fen bilimi eğitimdeki araştırmaların odağı, duyuşsal alandan, genelde bilişsel alana, özelde de kavramsal değişime doğru hareket etmiştir. 1990'larda basılan iki tarama çalışması (Hodson, 1993; Lazarowitz and Tamir, 1994), tutum ve ilgi gibi duyuşsal değişkenlere odaklanan araştırmaları tartışmamıştır (Hofstein, 2004). Yine de, laboratuvar çalışmalarının tutumu artırmada, ilgiyi ve zevki uyarmada ve öğrencileri genelde fen bilimini, özelde de kimyayı öğrenmeye motive etmede önemli bir etken olduğunun vurgulanmasına devam edilmiştir (Freedman, 1997; Thompson and Soyibo, 2002). Freedman (1997)'ın çalışması, yaparak yaşayarak öğrenme etkinliklerini içeren laboratuvar

alışmalarının ğrencilerin fen bilimlerine karşı tutumlarını ve fen bilimlerindeki başarılarını etkilediği fikrini desteklemiştir. Thompson and Soyibo (2002)'nin çalışmasında da pratik çalışmaların yer almadığı kontrol grubunda yer alan öğrencilere göre, teorik derse, ğretmen demonstrasyonlarına, sınıf tartışmalarına ve pratik çalışmalara katılan deney grubu ğrencilerinin hem kimyaya karşı tutumlarının daha fazla olduğu hem de elektroliz konusunu daha iyi anladıkları sonucuna ulaşılmıştır.

2.1.3.4. Öğrencilerin laboratuvar öğrenme çevresine karşı bakış açıları

Hofstein and Lunetta (1982) ve Lazarowitz and Tamir (1994), laboratuvar etkinliklerinin pozitif tutum ve bilişsel gelişim kadar, yapıcı sosyal ilişkilerin gelişimine de yardımcı olma potansiyeline sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir. Öğrenciler ve öğrenciler ile eğitmenler arasında daha yapıcı etkileşimlerin gelişmesine yardımcı olmakta ve bu nedenle pozitif bir öğrenme çevresi yaratmaktadır (Tobin, 1990). Fen bilimi laboratuvarlarında gerçekleşen farklı etkileşim tipleri ile ilgili bilgiler, öğrencilerin laboratuvar öğrenme çevresine karşı bakış açılarını değerlendiren ölçeklerin kullanılmasıyla elde edilebilmiştir. Öğrencilerin fen bilimi laboratuvarına karşı bakış açılarını değerlendirme ihtiyacı, fen bilimi laboratuvar çevresi envanterini geliştiren Avustralya'da bir grup fen bilimi eğitimcisi tarafından ilk olarak duyulmuştur (Fraser, Mc Robbie and Giddings, 1993) (Hofstein, 2004).

Hofstein, Levi-Narum and Shore (2001), 2000–2001 akademik yılı süresince, iki ğrenci grubunun laboratuvar öğrenme çevresine karşı bakış açılarının değerlendirildiği ve istatistiksel olarak karşılaştırıldığı bir çalışma yürütmüşlerdir. Birinci grup, sorgulama laboratuvarında yer alan öğrencilerden, ikinci grup ise, kapalı uçlu ve sınıfta öğretilen kavramlarla ilgili olan laboratuvar etkinliklerinde yer alan öğrencilerden oluşmuştur. Birinci gruptaki öğrenciler, sorgulama tipi laboratuvarda çeşitli görevleri, (ilgili soru sorma, bir araştırma planlama, hipotez kurma, gözlem yapma, kaydetme) işbirlikçi küçük gruplarda yerine getirmişlerdir. İkinci grup öğrenciler ise, geleneksel laboratuvar deneyimleri yaşamışlardır. Bu ğrencilere çeşitli etkinlikleri yerine getirirken çok az sorumluluk verilmiştir. İki grup, nicel (fen bilimi laboratuvar çevresi envanteri) ve nitel (yapılandırılmış mülakatlar) yöntemler kullanılarak karşılaştırılmıştır. Öğrencilere envanterin iki

versiyonu uygulanmıştır. Gerçek versiyonda, öğrencilerden var olan öğrenme çevrelerine karşı bakış açılarını sunmaları istenirken, tercih edilen versiyonda, öğrencilerden bekledikleri öğrenme çevresini sunmaları istenmiştir. Öğrencilerin bakış açılarının analizi, sorgulama tipi laboratuvarı yer alan öğrencilerin kontrol grubu öğrencilerine göre laboratuvar öğrenme ortamını, daha açık uçlu ve kavramsal çatı ile daha çok ilgili bulduklarını göstermiştir. Ayrıca gerçek ve tercih edilen laboratuvar çevresi arasındaki fark, sorgulama grubunda kontrol grubundakine göre daha küçük bulunmuştur. Sorgulama grubundaki öğrenciler, kontrol grubundakilere göre laboratuvar öğrenme çevresine karşı daha iyi bir bakış açısı göstermiştir. Öğrencilere öğrenme sürecinde daha fazla fırsat verildiği ve onların yöntemleri daha açık uçlu buldukları gözlenmiştir. Gerçek ve tercih edilen laboratuvar öğrenme ortamlarının karşılaştırılması, laboratuvar deneyimlerinin diğer pedagojik müdahalelerle ve sınıfta kullanılan eğitimsel teknikler ile birleştirilmesinin farklılıkların azaltılmasına yardımcı olabileceği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin bakış açıları ile ilgili benzer sonuçlar, küçük öğrenci grupları ile yürütülen mülakatlarla da elde edilmiştir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin laboratuvar öğrenme çevresine karşı olan bakış açılarındaki gelişimin onların yaşadıkları laboratuvar deneyimlerinin bir sonucu olduğunu göstermiştir.

Hofstein and Lunetta (1982)'ya göre, sağlıklı bir öğrenme çevresi yaratma çağdaş eğitimciler için önemli bir amaç olduğu için, laboratuvardaki zamanın nasıl harcanacağını ve laboratuvarı etkinliklerin nasıl yapılacağını ve bu etkinliklerin öğrenme ortamını nasıl etkileyeceğini değerlendirecek daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Öğrencilerin fen bilimi laboratuvar öğrenme çevresine karşı (örn: işbirlikçi öğrenme, işbirliği, sorgulama) gösterdikleri pozitif bakış açıları, laboratuvar deneyimlerinin istenen sonuçları arasında yer alması isteniyorsa, o zaman, bu çalışmalardan elde edilen sonuçların, eğitimciler tarafından dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir (Hofstein, 2004).

2.1.3.5. Laboratuvarlarda öğrenci performansını ve başarısını değerlendirme

Bryce and Robertson (1985), çalışmalarında eğitimcilerin çoğunun laboratuvar çalışmalarını yönetmede çok zaman harcadığını, buna rağmen laboratuvar

etkinliklerini uygulamalı olarak değerlendiremediklerini belirtmişlerdir (Hofstein, 2004).

Daha sonra Yung (2001), Hong Kong'da yürütülen çalışmasında fen bilimi laboratuvarlarında öğrenci performansını değerlendirmenin karışıklığını gösteren veriler sunmuştur. 21. yüzyıla girerken eğitimcilerin öğrencilerini kâğıt kalem testleri kullanarak değerlendirmeye devam ettiklerini, bu nedenle de öğrencilerin fen bilimi laboratuvarlarında gösterdikleri performansın en önemli bileşenlerinden çoğunu ihmal ettiklerini iddia etmiştir. Yeni değerlendirme tekniklerinin ardındaki felsefeye dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Kempa (1986) ise, laboratuvarlardaki pratik uygulama fazlarının değerlendirmesi için, geçerli, güvenilir ve elverişli ölçeklerin geliştirilmesi ve uygulanması gerektiğini belirtmiştir. Literatürde (Ganiel and Hofstein, 1982; Bryce and Robertson, 1985; Giddings and Hofstein, 1990; Giddings, Hofstein, and Lunetta, 1991; Tamir, Doran, and Chye, 1992; Lazarowitz and Tamir, 1994; Lunetta, 1998; Hofstein, Kipnis, and Shore, 2004), (Hofstein, 2004) bu fazların bazılarını ya da hepsini değerlendirmek için genelde farklı değerlendirme kategorilerinin mevcut olduğu belirtilmiştir. Bu değerlendirme kategorilerinden bazıları aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

Yazılı kanıt

Fen bilimi eğitimcileri, öğrencilerin laboratuvarda gösterdikleri performansı geleneksel olarak ya laboratuvar uygulaması sırasında ya da uygulamadan sonra onların yazılı raporları ile değerlendirmektedir. Fakat bu değerlendirme yöntemi, öğrencilerin pratik uygulamalar sırasındaki performansları ve davranışları hakkında sınırlı bilgi sağlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin laboratuvar çalışmalarının ve yöntemlerinin temelini oluşturan deneysel teknik ve prensip bilgisini ve bunların kullanımını değerlendirmek için kâğıt ve kalem testleri de kullanılmaktadır. Fakat bu testlerle yapılan değerlendirme de, öğrencilerin laboratuvar etkinlikleri ile ilgili teorik bilgilerini test etmekte fakat onların etkinliklerde gösterdikleri davranışlarla ilgili bilgi sağlamamaktadır (Hofstein, 2004).

Pratik sınavlar

Ben-Zvi, et al. (1976a), lise kimya öğrenimi içeriğinde, filme alınmış deneylerin ve kişisel laboratuvar çalışmalarının etkinliğini karşılaştırmayı amaçlayan çalışmalarında 3 pratik test kullanmışlardır. İki öğrenci grubunun içerildiği çalışmada, bir öğrenci grubu, filme alınmış deneyleri izlerken, diğer öğrenci grubu yani kontrol grubu, aynı deneyleri yaparak yaşayarak öğrenme etkinliği ile gerçekleştirmiştir. İlk pratik testte, öğrencilerden deneysel çalışmayı iyi tanımlanmış yönergelerle göre yapmaları istenmiştir. Bu test, benzer deneyleri bizzat yapan gruptaki öğrenciler ile aynı deneylerle ilgili indirekt deneyim yaşamış gruptaki öğrencilerin el becerilerini incelemek için kullanılmıştır. İkinci pratik test, yapılacak etkinlikleri ve öğrencilerin daha önceden karşılaşmadığı bir deneysel yöntemi planlamalarını kapsayan bir problem çözme içeriğinde, onların becerilerini değerlendirme amacıyla geliştirilmiştir. Test ile 4 tane alt el becerisi (deneysel teknikler, yöntem, el ustalığı ve düzen) değerlendirilmiştir. Üçüncü pratik test ise gözlemsel bir test olup, 6 deneyden oluşmuştur. Öğrencilerden gözlemlerini kaydetmeleri istenmiştir. Çalışmanın sonuçları, deneysel durumları sunan filme alınmış deneylerin, öğrencilerin bilişsel ya da laboratuvara dayalı problem çözme başarısına etki etmeyen, bireysel laboratuvar çalışması için sadece etkili bir temsil olduğunu göstermiştir. Yine de, laboratuvarında kazanılan direkt deneyim, öğrencilerin daha iyi el becerileri göstermesinde etkili olmuştur.

Bu sınav türü, öğrencilere laboratuvar çalışmasında kararlar alma ve bu çalışmaları yürütme fırsatının verildiği bir tarzda onların performanslarını değerlendirmek için en geçerli yaklaşımdır. Pratik sınav yaklaşımının kullanımındaki ana engel, deneylerin sınırlı bir sürede yapılmasıdır. Bu da, yıl boyunca yürütülen deneylerin seçimini istenmeyen şekilde etkilemektedir. Bu sınırlılıkların üstesinden gelmek için, eğitimciler tarafından yürütülen ve izlenen pratik yeteneklerin sürekli olarak değerlendirilmesine yönelik bir değişimin gerekli olduğu kabul edilmiştir (Hofstein, 2004).

Sürekli değerlendirme

Eğitmenler, pratik uygulamaların dezavantajlarının üstesinden gelmek için, sürekli olarak değerlendirme yaparak fen bilimi laboratuvarında öğrenci başarısını ve

gelişimini değerlendirmeye yönelmişlerdir. Bu yöntemin ardındaki felsefe, öğrencilerin yalnızca öğrenme sürecinin sonunda değerlendirilmemesidir. Aksine değerlendirme sürekli olmalıdır (JMB, 1979). Bu değerlendirme tarzında, fen bilimi eğitimsi her öğrenciyi, normal bir laboratuvar periyodu sırasında fazla öne çıkmayarak gözlemlemekte ve onları değerlendirmektedir (JMB, 1979; Ganiel and Hofstein, 1982; Giddings and Hofstein, 1980; Hofstein, Kipnis, and Shore, 2004). Yıl boyunca farklı zamanlardaki pratik çalışmaların sürekli olarak değerlendirilmesi, fen bilimine dayanan pratik bir çalışmanın tümünü oluşturan çeşitli görevleri ve becerileri yeterince kapsamak için de gereklidir. İsrail’de yürütülen, öğrencilerin sorgulama tipi deneyler yaptığı bir çalışmada, sürekli değerlendirme yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada 11. ve 12. sınıf lise kimya öğrencileri yaklaşık 20 tane sorgulama tipi deneyi kimya laboratuvarında 2 yıl boyunca gerçekleştirmiştir. Öğrenciler laboratuvar el kitabındaki yönergeleri izleyerek küçük gruplarda (3–4) bu deneyleri yapmışlardır. İlk aşamada öğrencilerden (ön sorgulama aşaması) spesifik yönergeler dayalı olarak bir deney yapmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrenciler kapalı uçlu deneyim yaşamışlardır. İkinci aşamada yani sorgulama aşamasında ise, öğrenciler, soru sorma, hipotez kurma, daha ileri bir araştırma için soru seçme, bir deney planlama, bir deney yürütme ve bulguları değerlendirerek sonuçlara ulaşma gibi daha açık uçlu deneyimler yaşamışlardır. Bu aşamanın, öğrencilerin fen bilimini daha iyi anlayarak öğrenmesine ve yaşamasına imkan sağladığı düşünülmüştür. Hatta bu aşama, öğrencilere gerçek bir bilimsel çalışma yaparak kendi bilgilerini oluşturma ve böyle deneyleri yaparak üstbilişsel etkinlikleri (öğrencilere kendi öğrenmelerinin kontrolünü aldıkları ve araştırma yaptıkları bir öğrenme ortamı sunan etkinlikler) uygulama fırsatı da sağlamıştır. Bu sayede öğrencilere bilgi oluşturmaları ve kendi öğrenme sürecini kontrol etmeleri ve bu süreçten sorumlu olmaları için fırsatların verildiği bir öğrenme ortamının oluşturulabileceği belirtilmiştir (Hofstein, 2004). Fakat Yung (2001)’in belirttiği gibi öğretmenler, öğretimin ve öğrenimin gelişimi ile ilgili olarak öğrencilerini değerlendirme potansiyelinin farkında olmalılardır. Halbuki, çoğu durumda, kağıt ve kalem testleri uygulanmakta ve öğrencilerin fen bilimi laboratuvarındaki performanslarının önemli bileşenleri ihmal edilmektedir. Bu gibi nedenler göz önüne alınarak, Hofstein, Shore and Kipnis (2004) çalışmalarında öğrencilerin deney yapma sürecindeki başarılarını ve ilerlemelerini değerlendirmek için iki değerlendirme aracı kullanmışlardır. Öğrencilerin laboratuvarında yaşanan

deneyim sırasında ya da deneyimden hemen sonra hazırladıkları grup ürünleri olan raporlarını ve eğitmenlerin gruptaki her öğrenci için yaptıkları bireysel gözlemlerini değerlendirilmeye almışlardır.

2.1.3.6. Laboratuvar değerlendirme araçlarının geliştirilmesi ve uygulanması

Hofstein (2004) çalışmasında, öğrencilerin laboratuvar çalışmaları sırasında başarılarını ve ilerlemelerini değerlendirmek için iki değerlendirme aracı geliştirmiştir. Bu araçların ilki, değerlendirme ölçütlerini (örn, soru sorma, hipotez kurma, plan yapma, sonuçları sunma, grupta işbirliği, iletişim becerileri) ve her ölçüte verilen puan yüzdelerini içermiştir. Her öğrenci ve her deney için bir tablo hazırlanmıştır. Değerlendirme araçlarından ikincisi ise, öğrenci gruplarının laboratuvar sırasında ya da laboratuvardan hemen sonra hazırladığı raporlar olmuştur. Bunlar, öğrencilerin gözlemlerini, veri analizini, sorulan soruları, grup tarafından yöneltilen bir ya da daha fazla soruya cevap bulmak için önerilen hipotezleri ve planları kapsamıştır. Öğrenci performansı ile ilgili gözlemlerin ve raporların değerlendirilmesi de, eğitimciye öğrencilerin laboratuvardaki başarıları ve ilerlemesi için bilgi sağlamıştır. Bu raporlar, öğrencilerin portfolyolarında toplanmıştır. Böylece zaman boyunca öğrencilerin laboratuvar etkinliklerindeki performansları, yaptıkları etkinlikler ve başarıları hakkında kanıt toplanabilmiştir. Raporların ve eğitimcilerin direkt gözlemlerinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar da (2 yılda 20 deney yürütülürken) öğrencilerin laboratuvardaki notlarını belirlemek için kullanılmıştır.

2.1.3.7. Geleneksel laboratuvar yaklaşımı

Fen bilimi laboratuvarları ile ilgili olarak, laboratuvarlarda öğrencilere ne yapacaklarının söyleneceği şeklinde evrensel bir varsayım vardır. Geleneksel eğitimde bu varsayımdan yola çıkarak yemek kitabı tarzındaki laboratuvarlarla desteklenmektedir. Geleneksel laboratuvar yaklaşımında, öğrenciler deneyi yapmadan önce o deneyin sonuçlarını bilmekte ve bunun sonucunda da, öğrenciler araştırmacı bir laboratuvar da yer aldığında hayal kırıklığı yaşamaktadırlar. Bu hayal kırıklığı, özellikle fen bilimi sınıfında başarılı olmak için kazandıkları ezber becerilerin istenen sonuca ulaşmadığını fark eden öğrenciler için geçerli olmaktadır. Çünkü araştırmacı bir laboratuvar da öğrencilerden beklenenler ile

öğrencilerin beklentileri birbirinden oldukça farklıdır (Sundberg and Moncada, 1994).

Renner (1986), çalışmasında fen öğrenmek için laboratuvar uygulamalarının önemli olduğundan artık hiç kimsenin şüphe duymadığını fakat çoğu laboratuvar el kitaplarının öğrencilerde, bir eğitmen, bir ders kitabı ya da diğer bir otorite tarafından anlatılan bir şeyin doğrulanmasının laboratuvarların amacı olduğu izlenimini bıraktığını, laboratuvarların gerçek rolünün ise bu olmadığını vurgulamıştır (Kanlı, 2007).

Friendler and Tamir (1986)'ın İsrail'deki bir liseye ait fen bilimi laboratuvar el kitabını analiz etmesi ve sınıf gözlemleri yapması sonucunda, Herron (1971)'un ölçeğine göre bu kitapta yer alan etkinliklerin 1/3'ünün sorgulamanın sıfır seviyesinde ve 1/2'sinin ise sorgulamanın birinci sevisinde olduğu ve öğrencilerden problemleri ayırt etmelerinin, problem formüle etmelerinin, hipotez oluşturmalarının, deneyler tasarlamalarının ve kendi tasarılarına göre çalışmalarının nadiren istendiğini ortaya çıkarılmıştır (Staer et al., 1998).

Başka bir çalışmada da, Kuzey Amerika'daki bir liseye ait laboratuvar el kitabının analizinde, Germann, Hoskins and Auls (1996), bu laboratuvar el kitaplarının öğrencilerden, kendi bilgi ve deneyimlerini, sorular sormada, problemleri çözmede, olayları incelemede veya cevaplar ve genellemeler oluşturmada kullanmalarının nadiren istediği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca öğrencilerin genellikle sorular soracakları, hipotez oluşturacakları, gözlemler yapacakları, deneyler tasarlayacakları ve sonuçları tahmin edecekleri etkinliklere yönlendirilmedikleri ortaya konulmuştur. Eğitmenlerin yemek kitabı tarzındaki etkinlikler yerine, öğrencilerin kavramsal ve işlevsel bilgi oluşturmalarını kolaylaştıracak, onların laboratuvarda bir teknisyen gibi değil, bir bilim adamı gibi çalışmalarını sağlayacak eğitimsel stratejileri kullanmaya çalışmaları önerilmiştir.

Fraser, Giddings and McRobbie (1995), çalışmalarında öğrencilerin fen bilimi laboratuvarlarına karşı bakış açılarını değerlendirmek için fen bilimi laboratuvar çevresi envanterini kullanmışlardır. Bu envantere verilen cevaplara göre, 6 farklı ülkenin ortaöğretim öğrencileri, kendi fen bilimi laboratuvar sınıflarının çok düşük seviyede açık uçlu olduğunu ileri sürmüşlerdir (Staer et al., 1998).

Perry'nin entelektüel gelişim modeline göre, yüksek öğretim 1. sınıf öğrencileri genellikle ikili düşünmektedirler. Yani dünyayı doğru-yanlış, iyi-kötü gibi ikili olarak görmekte ve gerçeğin kesin, belirsizliğin ise geçici olduğunu düşünmektedirler (Finster, 1989). Bu düşünce ancak deneyimle, daha karmaşık ve gerçekçi bakış açısına doğru değişmektedir. Ne yazık ki, çoğu üniversite laboratuvarları, öğrencilerin bu ikili bakış açılarını, sadece eğitimci tarafından açıklanmış ve tartışılmış olan gerçeği kanıtlamak için öğrencilerin veri toplamak zorunda olduklarını vurgulayarak güçlendirme eğilimindedir. Aşırı yapılandırılmış laboratuvarlar ikili düşünceyi desteklemekte ve sadece, gerçeği kanıtlama uygulamaları olmaktadır. Halbuki keşif amaçlı açık uçlu laboratuvarlar ikili düşünceyi yapılandırmamaktadır. Öğrencilerin neden laboratuvarlarda olduklarını ve kendilerinden hangi verilerin toplanmasının beklendiğini tam olarak bilmedikleri bir ortamda yani daha az yapılandırılmış laboratuvarlarda yer almaları ikili düşüncenin üstesinden gelmektedir (Finster, 1991).

Geleneksel öğretim tarzı ise, hipotezler, denemeler, hatalar veya bireysel sorumluluk için alan bırakmamakta ve bilimsel araştırmada ve gelişimde çok önemli olan karar verme süreçlerine katılımı engellemektedir (Jalil, 2006). Böyle problemlerin üstesinden gelmek için de, birçok yöntem geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bunlardan biri de problem çözme öğretimidir (Gallet, 1998)

2.1.4. Laboratuvarlarda problem çözme yaklaşımı

Chiappetta and Koballa (2002)'ya göre, laboratuvarların hem verimliliğinin artırılması hem de anlamlı öğrenmenin gerçekleştirdiği ortamlara dönüştürülmesi için son yıllarda çeşitli yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan biri de laboratuvarlarda problem çözme yaklaşımıdır (Kanlı, 2007). Laboratuvarlarda problem çözme yaklaşımı, öğrencilerin kavramsal problemlere çözüm bulmasında onlara deneysel tasarım pratiği sağlamak için geliştirilmiştir. Bu yaklaşımın kullanımı ile laboratuvar çalışmaları, kimya müfredatında doğru kullanım amacına yönelik olarak yeniden düzenlenmiştir (Wilson, 1987).

Laboratuvarlar, teknik kavramların gerçek dünya içeriğinde uygulanması ve birleştirilmesi için ideal ve elverişli ortamlardır. Çünkü öğrenciler bu ortamlarda özgürce hareket edebilmekte, bir hipotezi doğrulamak için çeşitli reaksiyonlar

deneyebilmektedir (Gallet, 1998). Fakat çoğunlukla standart kimya laboratuvarı deneyleri, çok fazla düşünmenin ya da hazırlığın gerekli olmadığı bir tarzda yapılmaktadır. Kimya eğitimcileri, standart laboratuvar deneylerinin öğrencilerin bağımsız düşünmesine engel olduğunu kabul etmektedirler. Öğrenciler, yemek kitabındaki tariflere benzer şekilde laboratuvar süreçlerini takip etmektedirler. Bu laboratuvar yaklaşımı da, bazı öğrencileri engellemektedir (Neeland, 1999). Bu durumu düzeltme çabasıyla bazı kimya eğitimcileri de, laboratuvarda problem çözme uygulamasını kullanarak daha iyi sonuçlar rapor etmişlerdir (Wilson, 1987).

Neeland (1999), geleneksel laboratuvar uygulamalarından memnun olmadığı için, organik kimya laboratuvar programını, laboratuvarda problem çözme formatına dönüştürmeye karar vermiştir. Organik kimya laboratuvarında kullanılan problem çözme yaklaşımının başarısını rapor etmeyi ve bazı öğrencilerin laboratuvarda problem çözme yaklaşımına karşı beklenen çekingenliklerinin üstesinden gelmelerine yardım etmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonunda, birkaç öğrenci geçmişe baktığında laboratuvarların çok ipucu içerdiğini ifade etmiştir. Öğrenciler laboratuvarı nasıl tamamlayacakları konusunda daha az ipucu istediklerini belirtmişlerdir.

Çalışmasında laboratuvarda problem çözme yaklaşımına yer veren diğer bir araştırmacı da Gallet (1998) olmuştur. Çalışmada uygulanan pilot deney adımı, öğrencilerin hipotezlerinin doğruluğunu kanıtlamalarına olanak sağlamış ve onların interaktif öğrenmelerine ve bilimsel yaratıcılıklarına imkan tanımıştır. Ayrıca çalışmada yer alan rapor yazma aşaması da, öğrencilerin yaratıcılıklarının ve entelektüel özerkliklerinin değerlendirilmesinde önemli bir adım olmuştur. Çalışmada aşağıdaki problem çözme adımları izlenmiştir;

İlk 2 hafta:

1. Öğrenciler 3 kişilik gruplarda yer almış ve grup sekreteri belirlenmiştir. Bu kişi, problemi çözmek için grup tarafından üstlenilen tüm etkinlikleri içeren grup defterinden sorumlu olmuştur. Birkaç hafta sonra, sınıf başkanı oturum için gizli oyla seçilmiştir.
2. Gruplara bir problem verilmiştir. Her grup üyelerin problemi aynı algıladığından emin olmak için tartışmıştır.

3. Grup sekreteri, problemi çözmek için gerekli olan tüm teknik ve teorik soruları ve kavramları deftere yazmış ve araştırma grup üyeleri arasında dağıtmıştır. Her öğrenci defterde yazılı olan spesifik görev için sorumlu olmuştur. Hafta boyunca, grup kütüphanede buluşmuş, araştırma yapmış ve pilot laboratuvar periyodu boyunca hangi laboratuvar yönteminin deneneceğine karar vermiştir. Gerekli kimyasalların listesi, pilot deney periyodundan 1 gün önce eğitime verilmiştir.
4. Pilot deney periyodu süresince her grup üyesinin sorumlulukları grup defterine kaydedilmiştir. Defterler, güvenlik ve öğrencilerin kişisel katılımı açısından kontrol edilmiştir. Pilot periyot süresince, öğrenciler kendi yöntemini denemiş, bilgi alışverişi yapmış ve birbirlerine yardım etmiştir. Öğrencilere, pilot deneyden sonra hangi yöntemi tercih edeceklerine karar vermeleri için diğer grup üyelerinin laboratuvar yöntemlerini ve bu yöntemleri nasıl uyguladıklarını bilmek zorunda oldukları belirtilmiştir. Bu nedenle öğrenciler bir sonraki hafta yapılacak olan laboratuvar sınavı için gerçekleştirilen pilot deneylerin sonuçlarını incelemiştir. Pilot deneyden sonra grup üyeleri tekrar bir araya gelmiş yapılan pilot deneylerin sonuçları değiş-tokuş etmiş ve üyeler laboratuvar sınavı için hangi yöntemi tercih edeceklerine karar vermiştir.

3.hafta: Laboratuvar sınavı

Öğrenciler laboratuvarda gruplar tarafından seçilen yöntemleri uygulamıştır. Bu laboratuvar periyodu laboratuvar sınavı olarak sayılmıştır. Bilgi alış verişine izin verilmemiştir.

4.hafta: Rapor yazma ve düzeltme

1. Öğrenciler laboratuvar periyodunu, bu periyodun sonunda getirilen raporlarını yazmayla geçirmiştir. Her öğrenci, sınav şartları altında kişisel olarak raporlarını yazmıştır.
2. Her laboratuvar raporu, bir sonraki pilot periyotta verilen cevap kağıdı ile düzeltilmiştir. Eğitici, laboratuvar raporundaki önemli yanlışlarla ilgili açıklayıcı sözler yazmıştır. Bir sonraki pilot periyot süresince, öğrenciler düzeltme kağıdının üzerine yazılan notlar yardımıyla kendi laboratuvar raporlarını düzeltmiştir.

Son hafta: Sömestr sonunda da eğitime, sınıf başkanları ile araştırma sonuçlarını tartışmıştır. Öğrenciler çalışmanın sonucunda, problem çözmenin onların kimyasal

prensipleri anlamalarına ve uygulamalarına yardım eden en uygun yöntemlerden biri olduğunu belirtmişlerdir. Bu yöntem onları daha özerk yapmış ve onlara grup çalışması ve araştırma için iyi bir hazırlık sağlamıştır.

2.2. Problem Çözme

Problem çözme yaklaşımının esasını, hedefi, bireylerin ne düşündüğü, problem çözme mekanizmaları, hata kaynakları, performans farklılıkları hakkında bilgi üretmek olan bilgiyi işleme psikolojisi (Newell and Simon, 1972) ve eğitimi geliştirme bakış açısı oluşturmaktadır. Bu hedefler de, fen bilimi eğitiminin amaçları ile yakından ilişkilidir (Reif, 1981 and Larkin, 1983), (Heyworth, 1999). Helgeson (1994)'a göre, en etkili fen bilimi eğitimi yaklaşımı, bilimsel işlem becerilerini ve fen bilimi içeriğini, spesifik problem çözme becerilerine odaklanarak yaparak yaşayarak öğrenme ve sorgulama etkinlikleri kullanarak birleştirmektir. Üstelik böyle bir eğitimi alan öğrenciler, fen bilimini daha iyi öğrenme, fen bilimine karşı daha pozitif tutum gösterme ve kendi yeteneklerine daha fazla güvenme eğiliminde olmaktadır (Staer et al., 1998).

Literatürde farklı problem çözme tanımları yapılmıştır. Gagne (1970), problem çözmeyi, öğrenmenin en yüksek seviyesi ve problem çözme becerisini de kaçınılması zor olan hayat becerisi olarak ayırt etmiştir. Wheatley (1984)'e göre ise problem çözme, ne yapacağını bilmediğin zaman ne yaptığındır. Gagne (1977), problem çözmeyi, öğrencinin yeni bir problemi çözmek için önceden öğrenilmiş kuralların bileşimini keşfettiği bir düşünme süreci olarak ifade etmiştir. Ashmore et al. (1979), problem çözmeyi, bir problemi anlamak için yöntemlerin ve bilginin uygulanmasının bir sonucu olarak tanımlamıştır. Perez and Torregrose (1983), problem çözmeyi bilimsel bir araştırma görevi olarak görmüştür. Mayer (1997), problem çözmeyi düşünme ile eş anlamlı olarak kabul etmiştir. Heppner (1982) ise, problem çözmeyi problemlerle başa çıkma kavramı ile eş anlamlı olarak kullanmıştır. Cardellini (2006)'ye göre problem çözme, iyi bilinen formüllere sayıların konulmasından daha fazlasıdır. Yaratıcılıkla, etraflıca düşünmeyle ve formal bilgiyle ilgilenmektedir.

Altun ve Arslan (2006)'a göre problem çözme, araştırmacıların iki temel nedenle yoğun ilgi gösterdiği bir konudur. Birincisi, problem çözmenin her tür güçlüğü

ortadan kaldırmada işe yarayacak bir düşünme şekli olması, ikincisi de, öğretimde kaliteyi artıracak bir öğrenme yaklaşımı olmasıdır.

Problem çözmenin, çeşitli bilişsel fonksiyonları içeren karma karışık bir etkinlik olduğu bilinmektedir (Kampourakis and Tsapalis, 2003). Problem çözme araştırmalarında ilerleme, bilişsel psikologlar tarafından sağlanmıştır. Bilgiyi işleme teorisi, problem çözme, görev çevresi ve problem çözücü arasındaki karşılıklı etkileşim olarak karakterize etmiştir. Newel and Simon (1972), problem çözücüyü bilgiyi işleme sistemi olarak görmekte ve işleyen belleğin kapasitesi, uzun süreli bellekten bilgi çıkarma gibi bilgiyi işleme sisteminin özelliklerinin, problem çözme sürecinin sonuçlarını etkilediğini düşünmektedir. Johnstone tarafından (Johnstone and El-Banna, 1986; Johnstone, 1997) geliştirilen bir model, problem çözme yeteneğinde sınırlı faktör olabilecek zihinsel etkinliklerin bazı özelliklerine işaret etmektedir. Özellikle bu faktörlerden işleyen bellek alanının kapasitesi önemlidir. Çünkü bir öğrenci, bir problemi önceki bilgisini ve işleyen bellek alanını kullanarak çözmektedir. Eğer öğrenci ön bilgiye sahip değilse ya da işleyen bellek alanı aşırı yüklü ise, problem çözmenin başarılı olması olası değildir. İşleyen bellek alanının sınırlı kapasitesi (gerçek problem çözmenin olduğu yer), problem çözme süreci birçok alan içerdiğinde (bilgi parçaları bakımından) önemli bir faktör olabilmektedir. Buna rağmen örneğin yazma ya da diğerleri ile etkileşim olası ise, bu sınırlı etki azaltılabilmektedir. İkinci olarak ise, daha önceden depolanan bilgi önemlidir (Reid and Yang, 2002a). Bu model, öğrencilerin problemlere çözümler bulma yolunda stratejiler geliştirmeleri için onlara temel sağlamaktadır. Örneğin; modelde yer alan problemler, öğrencilerin tartışarak problemi uygun parçalara ayırması yoluyla aşırı yükü azaltacak şekilde tasarlanmıştır. Öğrencilere öncelikle birçok probleme çözüm bulma yolunda tahminler yapmak zorunda oldukları anlatılmaktadır. Tartışma yoluyla öğrencilerin problemi tanımlamasına ve problem için önemli bir bakış açısı sağlamasına yardımcı olunmaktadır (Johnstone and Cassels, 1980; Talbi, 1990). Öğrenciler beyin fırtınasına teşvik edilmektedir. Böylece kişilerin uzun süreli belleklerine ve zihinsel modellerine ve bağlarına ulaşma sağlayabilmektedir (Kempa and Nicholls, 1981; Reid and Yang, 2002a), (Wood, 2006).

2.3. Problem Çözme Süreci

Problem çözme, ilk olarak 1960'larda Harvard Üniversite'sinde vaka öğretimi olarak tanıtılmıştır (Christensen, Garvin and Sweet, 1991). Daha sonra yöntem yaygınlaşmış ve liselerde, yüksekokullarda, üniversitelerde farklı türde kullanılmaya başlanmıştır. Problem çözmenin öğretimi ve farklı kullanım şekilleri, öğrencilerin daha derin öğrenmesini sağlamakta ve öğrenciler kavramsal süreçte içermektedir. Öğrenciler problemlere çözüm bulmak için, yeni bilgi toplamak ve uygulamak, araştırma yapmak, kararlar almak ve grup arkadaşları ile çalışmak zorundadır. Bu öğrenme süreci boyunca, eğitmenler arka planda kalırken, öğrenciler aktif rol oynamaktadır. Problem çözme sürecinde içeren problem, bir alıştırmaya veya bir kavramın uygulaması değildir. Öğrenci bu problemi çözmek için yeni kavramlar elde etmek zorundadır. Çünkü problem, öğrencilerin önceki bilgilerinin aktive edilmesiyle kolaylıkla çözülemeyebilmektedir. Problem çözme öğretimi, öğrencinin grupta yeni bilgi toplaması, bilgi değiş-tokuşu yapması ve bilgiyi özümsemesi için sorumluluk almak zorunda olduğu interaktif bir ortam kurmaktadır. Öğrenci bilgiyi öğrenmek için pasif alıcı olmak yerine pedagojik sürece katılmaktadır (Whitehead, 1929), (Gallet, 1998).

2.4. Algoritmik ve Kavramsal Problem Çözme

Öğretmen eğitimi programlarında, öğrencileri, bilimsel kavramları ve bilgiyi kendi hayatlarında uygulayacak şekilde eğitmenin önemi vurgulanmasına rağmen, öğrencilerin fen bilimini ezber olarak öğrendikleri görülmektedir. Gabel et al. (1984)'a göre çalışmalar, öğrencilerin algoritmik tekniklere mantıklı düşünme yeteneklerinden daha fazla güvendiklerini (Lin et al., 2002) ve kavramsal problemleri çözerken algoritmik problem çözme becerilerini kullanma (Nakhleh and Mitchell, 1993) eğiliminde olduklarını göstermiştir. Diğer taraftan, fen bilimi eğitmenleri, sayısal problemleri çözmedeki başarının bilimsel bir kavrama hakim olmayı gösterdiğini kabul etme eğiliminde olmaktadır (Nakhleh, 1993). Sonuç olarak, algoritmik problem çözme yeteneğine yapılan aşırı vurgu, sayısal problemleri çözme becerisine sahip öğrencilerin, kimyayı sınırlı olarak anlaması ile sonuçlanmaktadır (Lin et al., 2002). Niaz and Robinson (1993)'a göre şimdiye kadar yapılan araştırmalar, sayısal problemleri (algoritmik çözüm stratejilerine dayalı) çözme yeteneğinin, kavramsal anlama gerektiren problemleri çözme

başarısı için bir ölçüt olmadığını göstermiştir (Zoller, 2002). Niaz (1995); Zoller et al. (1995); Dori and Hameiri (1998)'ye göre algoritmik tarzdaki sayısal problemleri çözme yeteneğinin kavramsal anlamayı sağladığı şeklindeki fikre karşı güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Zoller, 2002).

Kimyada algoritmik problem çözmeye odaklanan bir eğitime sıkı sıkıya bağlılık, öğrencilerde kavramsal anlama oluşturmamaktadır. Nurrenbern and Pickering (1987) çalışmalarında, öğrencilerin gazlar hakkındaki geleneksel ve kavramsal bir problemi nasıl çözdüğünü incelemişlerdir. Sonuçlar, öğrencilerin geleneksel problemlere cevap vermede, kavramsal problemlere cevap vermeden daha başarılı olduklarını göstermiştir. Öğrencilerin gazlarla ilgili kavramsal problemlere verdiği cevaplar, onların gazların kritik özelliklerini anlamadıklarını göstermiş ve algoritmik problem çözme ile problemin ardındaki kimyasal kavramı anlama arasında da küçük bir ilişki bulmuşlardır.

Nakhleh (1993), 1000 öğrencinin yer aldığı çalışmada, öğrencilerin %85'inin algoritmik gaz kanunu problemine, %49'unun ise, problemin kavramsal benzerine doğru cevap verebildiğini göstermiştir. Öğrencilerin seviyeleri ilerlerken, kavramsal problem çözme yeteneklerinin algoritmik problem çözme yeteneklerine göre daha yavaş ilerlediği sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin çoğu, kimyasal bir fikir hakkındaki algoritmik bir probleme cevap verebilmekte fakat aynı fikre değinen kavramsal bir problemi cevaplayamayabilmektedir.

Nakhleh and Mitchell (1993), algoritmalar kullanarak problem çözenin kavramları anlamayı kolaylaştırmadığını göstermiştir. Çoğu öğrenci, kavramsal çözüm isteyen problemleri çözmek için bile algoritmalara güvenmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı, öğrencilerin kavramsal problem çözme yeteneklerini geliştirmek için, onların bilimsel kavramlarla nicel olarak karşılaşmasından önce bu kavramları nitel olarak öğrenmesi önerilmektedir (Gabel et al., 1984).

2.5. Problem Çözme ve Algoritma Kullanımı

Algoritmalar problemlerin çözümlerinde kullanılan yararlı kısa yollardır (Frank, Baker and Herron, 1987). Örneğin, kimyacılar için genel bir algoritma, birim dönüşümleri için kullanılır. Yine örnek olarak, bazı kimyacıların Lewis yapılarını otomatik olarak yazmak için izledikleri kurallar ile bir molekülün Lewis yapısından

şeklini tahmin etmede kullandıkları adım adım süreçler verilebilmektedir (Bodner, 1987). Fakat bazen algoritmalar anlamayı engelleyebilmektedir. Örneğin, birçok ders kitabı, bir Lewis yapısı yazmanın, bir molekül geometrisi problemini çözmede ilk adım olduğunu ifade etmektedir. Bu ise, esas amaç olan, merkez atom etrafındaki yüksek elektron yoğunluğunun olduğu bölge sayısını belirlemeyi es geçmektedir. Eşitliklerin ve Lewis yapılarının yararlı olduğunu fakat problemleri çözmek için mutlaka gerekli olmadığını önermek daha iyi olmaktadır. Bazen de eğitimciler birçok algoritma öğretme eğilimindedir. Öğrenciler mol-mol, kütle-kütle, kütle-hacim ve sınırlı bileşen problemlerini öğrenirken sık sık bu terminoloji ile karşılaşmaktadırlar. Her tip problem için ayrı bir algoritma öğrenilmekte ve bu problemlerin gerçekte birbiri ile nasıl ilgili olduğu öğrenciler tarafından görülememektedir. Bunun yerine bunların hepsinin stokiyometri problemleri olduğu öğretilmelidir (Frank, Baker and Herron, 1987).

Birçok öğrencinin nicel fen bilimi problemlerini doğru olarak çözebildiği düşünüldüğünde (Gabel, et al. 1984; Stewart, 1985), buna neden olarak öğrencilerin özellikle basit ve rutin problemleri çözerken algoritmalara güvendiği gösterilmektedir (Gabel and Bunce, 1994), (Heyworth, 1999). Gabel and Bunce (1994)'a göre araştırmalar, çoğu öğrencinin, kimya problemlerini çözerken algoritmik metotları kullanma eğiliminde olduğunu rapor etmektedir. Bu da özellikle, problemin ardındaki kimyayı yeterli derecede kavramamış öğrenciler için geçerli olmaktadır. Örneğin, öğrenciler ezber bir formülü ustalıkla kullanabilmektedir. Kimya öğretimi de, öğrencilerin kimyayı anlamasından çok doğru cevaplara odaklandığı zaman, bu davranış güçlenmektedir (Nakhleh and Mitchell, 1993). Algoritmalara bağımlı olmanın nedeni olarak, öğretmenlerin ve genel kimya derslerinin sık sık rutin problemleri çözmek için algoritmaların kullanımına vurgu yapmaları (Nurrenbern and Pickering, 1987) ve bu vurgunun ders kitaplarında da yer alması gösterilmektedir (Bodner, 1987).

Bu nedenlerden dolayı öğrencilere genel problem çözme stratejileri (buluşsal yöntem) öğretilmelidir. Öğrencilere “Bu problemin amacı nedir?” veya “Bu problem için bir model nasıl oluşturabiliriz?” şeklinde sorular sorulmalıdır (Bodner, 1987). Johnstone (1986)'a göre, fen bilimindeki en genel güçlük kaynağı, işleyen bellek kapasitesine yapılan aşırı yüklenmedir. Bu yüklenmeyi önlemek için öğrencilerin,

görevin işleyen bellek üzerindeki talebini azaltan stratejiler oluşturmalarına yardım etmek bir çözümdür. Johnstone, bu stratejileri, ön bilgiyi organize etmek amacıyla problemleri basitleştiren teknikler ya da aldatmacalar olarak tanımlamıştır. Bu stratejiler, bir dereceye kadar bir problemdeki bireysel adımları otomatikleştiren algoritmalarlardır. En azından bir problemdeki, bazı adımlar için (örneğin gram ve mol arasındaki dönüşümler) algoritmalar oluşturmamış olan öğrenciler problemi çözemeyebilmektedir. Yine de, problemleri çözmeye çalışırken algoritmaları doğru yolda uygulamaktan daha fazlası gerekmektedir (Bodner, 1987). Her zaman problem çözmek için algoritmalar kullanmalı mıdır? sorusuna gelince, bunun cevabı tabi ki hayırdır. Eğer öğrencilerin bir problemle karşılaştığında ilk tepkisi, hangi algoritmayı kullanacağına karar vermek ise, o zaman onlar problemi hiçbir şekilde çözemeyecektir. Yine de, eğer bir öğrenci algoritmayı bir adım olarak uygulamakta ise veya yeni bir algoritma yaratmaktaysa, o zaman o öğrenci, algoritma kullanımını çözülemeyen problemler için etkili bir araç haline getirecektir (Frank, Baker and Herron, 1987).

2.6. Problem Çözmede Strateji Kullanımı

Problem çözmenin belli bir formülü yoktur. Herbert (1991)'in belirttiği gibi eğer A noktasından B noktasına nasıl gidileceği tam olarak bilindiğinde, o zaman B noktasına ulaşma problem çözme değildir (Martinez, 1998). Problem çözme, labirent boyunca yol bulma gibi düşünülebilmektedir. Labirentte ilerlerken amaçlanan son noktaya doğru aşamalı olarak hareket edilmekte ve bu sırada da yanlış hareketlerde yapılmaktadır. Peki, o zaman seçimlerinize rehberlik eden şey nedir? Bunun cevabı belki de amaca doğru olduğu görülen bir süreci seçmedir. Ya da deneysel, keşfe dayalı çalışmadır yani strateji kullanımıdır. Stratejiler, problem çözmenin en iyi rehberleridir. Bu nedenle stratejilerin ne olduğu mümkün olduğunca öğrenciye açıklanmalıdır. İlk olarak, her öğrenci stratejinin ne olduğunu bilmeli ve onun gücünden haberdar olmalıdır. İkinci olarak, genel ve spesifik stratejilere sahip olmalıdır. Genel stratejiler, içerikten bağımsız olan, farklı durumlara uygulanabilen bilişsel kurallar iken, spesifik stratejiler, spesifik alanlarda kullanabilen stratejilerdir. En güçlü genel strateji, şimdiki durum ile son hedef durum arasındaki farklılığı azaltmak için alt amaç belirlemektir. Bu analizle, amaca doğru olan ilerleme benimsense bile başarılı olma garanti edilmemektedir. Aslında

hiçbir strateji ile pozitif sonuçlar elde edilebileceği garanti edilmemektedir. Yine de, bu strateji hedefe ulaşmaya yardımcı olmaktadır (Martinez, 1998).

Diğer stratejilere gelince, bunlardan biri geriye doğru çalışma stratejisidir. Bu stratejide ilk olarak ulaşılabilecek son hedef düşünülmektedir. Hedefe ulaşmadan önceki mantıklı adımın ne olacağına karar verilmektedir. Sondan başlayarak, geriye doğru stratejik bir köprü kurulduğunda da problemin başlangıç koşullarına ulaşılmaktadır. Polya (1957)'ya göre şekil çizmekte bir stratejidir. Bu sayede problem resmedilerek dış bir temsil oluşturulmaktadır. Listeleme, tanımlama, diyagram çizme vb. gibi stratejiler aklımızda tutabileceğimizden daha fazla karmaşıklığı anında sunmayı olanaklı kılmaktadır. Problemi kağıt ve tahta üzerinde ya da bilgisayar ekranında betimlemek, kısa süreli belleğin yükünü hafifletmekte ve beynimizin işlem kapasitesinin problem çözmeye yönlenmesini sağlamaktadır. Diğer bir yararına gelince, problemi bu şekilde sunma, problem çözücünün ne yapmaya çalıştığını ve bu yolda neler bulunduğunu görmesini sağlamaktadır. Hedeflerin ve engellerin açık bir şekilde sunumu problemin çözümünü kolaylaştırabilmektedir (Fred and Joan, 1982). Aslında tüm stratejiler problemi parçalara ayırmaktadır. Alt hedeflerin yaratımıyla, problem parçaları yönetilebilir hale gelmektedir (Martinez, 1998).

Heyworth (1999), fizik ve matematik alanındaki pek çok problemi çözmek için kullanılan stratejilerden ikisini incelemiştir. Bunlardan ilki, ileriye doğru çalışma stratejisidir (working forwards strategy). Problem çözücü, problemin çözümüne problem ifadesindeki bilgi ile başlamakta ve hedefe ulaşana kadar çeşitli işlemler yapmakta ve ileriye doğru çalışmaktadır. Larkin (1983)'in yaptığı fizikte problem çözme çalışmalarında, uzman problem çözücülerin (üniversite profesörleri) problemleri çözerken yalnızca ileriye doğru çalışma stratejisini kullandıkları görülmüştür. İleriye doğru çalışma, problem çözücünün benzer tipteki problemleri çözme deneyimi ile ilgilidir ve Kramers-Pals, Lambrechts and Wolff (1983)'un işaret ettiği gibi bu strateji zamandan tasarruf sağlayan bir stratejidir. Çünkü problem bilindiktir ve problem çözücü cevabı elde etme sürecini bilmektedir. Larkin (1983); Sweller (1988); Sweller et al. (1983)'in belirttiği gibi ikinci strateji yöntem sonu analizidir (means-ends analysis). Bu analiz, a) hedefi ayırt etmeyi, b) mevcut bilgi ve hedef arasındaki farklılıkları bulmayı, c) bu farkı azaltacak işlem bulmayı

(bir formül veya eşitlik kullanma gibi), d) bu işlemi uygulamaya başlamayı, eğer olası değilse bunu daha sonra yapmayı, e) adımları (b)'den (d)'ye doğru tekrarlamalı olarak bir çözüm yolu bulunana kadar tekrarlamayı içermektedir. Bu strateji acemi problem çözme ile ilgilidir (Heyworth, 1999).

Ayrıca problem çözümler, daha önceki problem çözme deneyimlerine dayalı olarak stratejilerini değiştirmektedirler. Larkin (1983), fizik çalışmalarında, acemi problem çözümlerinin kolay kabul edilen problemler için yöntem sonu analizini başarılı bir şekilde kullandığını, bazılarının bu stratejiyi önce zor kabul problemler için kullandığını, daha sonra ise, çözüme ulaşmak için ileriye doğru çalışma stratejisine yöneldiğini ifade etmiştir (Heyworth, 1999).

Woods (1989)'a göre, literatürde 60'dan fazla problem çözme stratejisi tanımlanmıştır ve bunlardan çoğunun benzer yöntemleri farklı terimlerle açıkladığı görülmektedir. Matematik içeriğinde Polya (1945)'nin stratejisi ise bunlardan en çok bilinenidir ve 4 aşamayı içermektedir:

1. Problemi anlama,
2. Planlama,
3. Planı uygulama,
4. Süreci anımsama (Jeon, Huffman and Noh, 2005).

Mettes et al. (1980)'a göre stratejiler, bir probleme çözüm bulma şansını artırmakta fakat çözüme ulaşmayı garanti etmemektedir. Ayrıca stratejiler problem çözme sürecinin küçük bir kısmıyla ilgilidir. Kimya problemlerini çözmede kullanılabilecek, Mettes et al. (1980) tarafından öne sürülen 4 aşamalı strateji aşağıdaki gibidir:

1. Problemi analiz etme (Problemi dikkatlice okuma, verileri ve bilinmeyenleri bir şema oluşturarak analiz etme),
2. Problemin standart bir problem haline dönüştürülmesi (Problemin standart bir problem olup olmadığını belirleme: örneğin problem yalnızca rutin işlemlerle çözülebilir. Eğer problem standart bir problem değilse, veriler ve bilinmeyenler arasındaki ilişkileri ortaya koyma).
3. Bu standart problemin rutin işlemlerinin yapılması,
4. Cevabı kontrol etme ve sonuçları yorumlama.

Frank and Herron (1985), 3 aşamalı bir strateji tanımlamıştır. Bu strateji Polya (1945)'nin modeline dayanmaktadır. Fakat ilk 2 aşama “çözümü planlama” ismi altında birleştirmiştir. Bazı araştırmacılar ise, çok aşamalı stratejilerin az etki yarattığını ileri sürmüştür. Bunun nedeni olarak, fazla zaman kaybı ve öğrencilerin onu kullanmama eğilimi gösterilmiştir. Örneğin, Bunce and Heikkinen (1986), 6 aşamalı stratejileri kullanan öğrencilerin daha az başarılı olduğunu bulmuştur (Jeon, Huffman and Noh, 2005).

Eğer problem çözücü tüm bu stratejilerden yola çıkarak, problem çözme sürecinde başarılı olmak istiyorsa, hedeflerin, hedeflere ulaşmak için kullanılan stratejilerin ve bu stratejilerin etkilerinin farkında olmalıdır. Çünkü problem çözmenin en genel özelliği, bireyin kendi düşüncelerini kontrol etme ve izleme kapasitesidir. Bu kendi kendini izleme, metacognition yani üstbilgi olarak bilinmektedir. Üstbilgi, problem çözmede çok önemlidir. Çünkü kişi bu yolla kendi kendine “Ne yapıyorum?”, “Nasıl yapıyorum?” sorularını sormaktadır. Bu sorular, tüm stratejilerin uygulanmasında geçerli sayılmaktadır (Martinez, 1998). Üstbilgi, öğrenme sürecinin farkında olma, planlama, stratejiler seçme, öğrenme sürecini izleme, hatalarını düzeltebilme, kullandığı stratejilerin işe yarayıp yaramadığını kontrol edebilme, gerektiğinde öğrenme yöntemini ve stratejilerini değiştirebilme gibi yeteneklere sahip olmayı da beraberinde getirmektedir (Özsoy, 2006). Problem çözme becerilerini geliştiren üstbilişsel yaklaşımlar, uzun dönemli uygulamalar gerektirmektedir. Süreçleri açık hale getiren, bir sürü stratejiyi öğreten böyle programların başarı sağladığı görülmüştür. Eğer öğrenciler, bazı problem çözme becerilerine sahip olduklarını, bir disiplin içerisinde onlara problem çözme becerilerinin açıkça öğretildiğini ve üstbilişsel farkındalıklarını geliştirmeye teşvik edildiklerini fark ederlerse, sonuç, öğrenme sürecinin hızlanması, yeni bilginin daha kolay öğrenilmesi ve akademik performansın artması olacaktır (Hollingworth, 2001).

Gredler (1997), üstbilgi becerisinin gelişimi için 3 önemli şartı ileri sürmüştür:

1. Eğitim, öğrencinin sürecin ne içerdiğinin farkında olmasını sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Çünkü bu öğrencileri sürece katılımcı yapmaktadır,
2. Başarının değerlendirilmesi için kullanılan performans ölçütü, eğitimde değinilen üstbilişsel etkinlikler ile eşleşmelidir,
3. Üstbilişsel etkinliklere katılım için destek sağlanmalıdır (Hollingworth, 2001).

Goos, Galbraith and Renshaw (2000), problem çözme sırasında öğrencilerden göstermesi beklenen üstbiliş yetenekleri, üstbiliş stratejilerine uygun olarak aşağıdaki gibi sıralamışlardır;

Problemin çözümüne başlamadan önce;

- Problemi birkaç kez okurum,
- Problemde benden ne istendiğini anladığıma eminim,
- Problemi kendi cümlelerimle ifade ederim,
- Daha önce böyle bir problemle karşılaşmış mıyım düşünürüm.
- Problemde verilen bilgileri tanımlarım,
- Problemi çözmek için hangi farklı yaklaşımları kullanabileceğimi düşünürüm.

Problemi çözerken;

- Problemi çözerken kullandığım her aşamayı adım adım kontrol ederim.
- Bir hata yaptığımda başa dönerim.
- Doğru yolda olup olmadığını görmek için problemi tekrar okurum.
- Çözümüne ne kadar yaklaştığımı kendime sorarım.
- Çözüm yolumun yanlış olduğunu fark edersem farklı bir yaklaşım denerim.

Problemi çözdükten sonra;

- İşlem hatası yapıp yapmadığımı belirlemek için yaptığım işlemleri tekrar kontrol ederim,
- Problemi tekrar okuyarak kullandığım yöntem üzerinde düşünürüm: problemde sorulan sorunun cevabına ulaştım mı?
- Kendime cevabın mantıklı olup olmadığını sorarım,
- Çözdüğüm problemde kullanılabilecek farklı çözüm yolları üzerinde düşünürüm (Özsoy, 2006).

2.7. Problem Çözme Öğretilebilir mi?

Reif et al. (1976), problem çözmenin kolayca öğretilmeyeceğini ileri sürmüştür. Fakat problem çözmenin bir parçası olarak kullanılabilen spesifik becerileri ve usulleri öğretmek olasıdır. Bunun için en iyi yol, öğrencilerin kimyada açık uçlu problemlerle karşılaşma olanaklarını artırmak ve onlara gerekli desteği ve teşviği sağlamaktır. Böylece onlar, başarılı olmak için, güvene ve deneyime dayanan

kendi stratejilerini geliştirebilmektedir. Gerçekte güven, deneyimden özellikle de başarılı bir deneyimden sonra gelişebilmektedir. Kişi, başarılı bir deneyimin ardından risk almaya istekli olabilmektedir. Deneyim, problem çözücünün hedefleri ve yöntemleri açıklayabilmesine ve bilindik olmayan bilginin nasıl elde edildiğini görmesine olanak sağlamada yeterli olabilmektedir. Fakat burada önemli olan bir nokta, öğrencilere bu süreçte değerlendirmenin olmadığını vurgulamaktır. Çünkü öğrenciler değerlendirme elementini keşfeder keşfetmez, bu bilişsel riskleri almada isteksiz davranabilmektedir (Reid and Yang, 2002b).

Artık standart kimya ders kitapları da, problem çözmeye daha farklı bir vurgu yapmaktadır. Çoğu ders kitabı, kavramsal ve daha uğraştırıcı problemleri içermektedir. Ayrıca öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik olan ders kitaplarının sayısı da artmaktadır. Yine de, ders kitaplarında yer alan alıştırmaların öğrencilere ne kadar yarar sağladığı sorusu dikkat çekmektedir. Herron (1990), ders kitaplarında yer alan alıştırmaların, öğrencilere problemlerin nasıl çözüleceği hakkında gerçekçi bir fikir vermediğini belirtmektedir (Hollingworth, 2001). Alıştırmaların çözümü sırasında, problem çözmeyi karakterize eden yanlış başlangıçlar, geçersiz sonlar ve mantıksız çabalar görülmemektedir. Yine, problemin uygun bir temsilini oluşturmak için harcanan zaman ve çabada ortaya konmamaktadır. Bu da, gerçek problem çözme sürecinin öğretimi için ne yapıldığını dikkatli bir şekilde inceleme ihtiyacını ortaya çıkarmıştır (Hollingworth, 2001).

Alıntı yapılan birçok çalışma, problem çözme yeteneklerinin öğretilbileceği görüşüne dayanmaktadır. Buna rağmen, bu becerilerin bir içerektan diğerine transfer edilebilir olduğuna dair az sayıda kanıt vardır. Ayrıca kimya eğitimi yaklaşımında değişmek zorunda olduğu vurgulanmaktadır. Çünkü kimyada kavramsal öğrenme ve algoritmik problem çözme arasında boşluğun var olduğu bilinmektedir (Bodner, 1991; Nakhleh, 1993). Bu da, problemlerin tek bir doğru ve sayısal cevaba sahip olduğu fikrine odaklanan alışılmış öğretimden kaynaklanabilmektedir. Phelps (1996), genel kimya derslerinde kullanılan eğitimsel metodu değiştirerek, kimyada kavramsal anlama ve algoritmik problem çözme arasındaki boşluğu bir köprüyle birleştirmeyi denemiştir. Çalışmada kimya dersi için kavramsal anlamaya yapılan vurgu hem fen bilimi hem de fen bilimi öğrencisi

olmayan üniversite öğrencileri için pozitif sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Fen bilimi öğrencisi olmayan üniversite öğrencilerinin ders için daha fazla heyecan gösterdiğini ve kimyaya karşı daha az dirençli olduğunu ve derslere daha fazla katıldığını gösteren pozitif sonuçlar elde edilmiştir. Temel kavramlara odaklanma yoluyla bu öğrencilerin kimyaya olan genel ilgilerini artmıştır. Fen bilimi öğrencilerinin ise güvensiz olduğu görülmüştür. Çünkü bu yaklaşım onların kimyanın yapısı hakkındaki beklentilerine uymamıştır. Onlar, önceki deneyimlerine göre kimya problemlerinin tek bir doğru cevaba sahip olması ve bunu da bilmeleri gerektiğine inanmışlardır. Buna rağmen çalışma ilerlerken çoğu fen bilimi öğrencisi, kavram geliştirmede daha fazla zaman geçirmiştir. Başlangıçta kendilerine değişik gelen yaklaşıma direnmelerine rağmen, çalışmanın sonunda bu yaklaşımdan yararlanmışlardır.

Eğitimsel metodu değiştirmenin ve öğrencilerin beklentilerini farklı kılmanın, onların kendi stratejilerini değiştirmeleri ile olası olduğu görülmektedir. Eğer kimya eğitiminin amacı, öğrencilerin algoritmik problemler kadar kavramsal problemler hakkında düşünmesi ve onları çözmesi ise, o zaman kimya eğitimi yaklaşımının değişmek zorunda olduğu açıkça görülmektedir (Nakhleh and Mitchell, 1993).

2.8. Geleneksel Problem Çözme Yolu

Problem çözme, genel olarak, problemleri önce eğitimcilerin çözmesi ve daha sonra da öğrencilerin benzer problemleri çözmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Eğitimsel seviyedeki tipik problemler de, çoğunlukla gerçek yaşam yada iyi yapılandırılmamış problemler olmaktan çok rutin formül uygulamaları şeklindedir (Hobden, 1998). Tekrarlanan problem çözme uygulamasıyla da çoğu öğrenci rutin uzmanlık kazanabilmektedir. Yani öğrenciler, rutin problemleri çözmede hız kazanırken, ne yaptıklarını yansıtmayı veya yeni problemleri esnek bir tarzda çözme yeteneği geliştirmeyi başaramamaktadırlar. Hobden (1998)'e göre, fen bilimi eğitiminin ilk günlerinden beri, eğitimci tarafından belirlenen rutin problem setleri sınıf yaşamının bir parçası olmuştur ve bu tür problemler çoğunlukla eleştirilmeden kullanılmıştır. Fen bilimleri eğitiminin, sayısal problemlerdeki başarının, fen bilimlerinde kapalı olarak kavramsal anlamaya neden olduğu şeklindeki iyimser bir kabule dayalı olduğu görülmüştür. Bu da, problem çözme

öğretiminde bu yöntemin özgün olarak kullanımını sağlayacak olan kritik düşünce eksikliğini göstermek için yeterlidir (Hollingworth, 2001).

2.9. Problem Çözmede Önemli Olan Faktörler

Johnstone (1997)'a göre, kimyada problem çözmede önemli olduğu belirtilen birincil faktör, işleyen bellek alanının sınırlılığıdır. Bir öğrenci, bir problemi önceki bilgisini ve işleyen bellek alanını kullanarak çözmektedir. Eğer öğrenci yeterli ön bilgiye sahip değilse veya işleyen bellek kapasitesi aşırı yüklü ise, o zaman onun problemi çözmesi ve başarılı olması olası değildir. Öğrencilere ön bilgilerini işleyen bellek alanları ile birleştirebilme olanağı sunmada grup çalışmaları önemlidir. Bu yolla sınırlı işleyen bellek alanı en azından küçültülebilmektedir. Aynı zamanda uzun süreli bellekteki bilginin deneyim ile birleşimi, grup içi etkileşimlerle gözlemlenebilmektedir. Bu nedenle içerilen süreçlere ve onların sınırlılıklarına ışık tutulabilmektedir. Grant (1978), grup çalışmasının, öğrencilerin düşünme yeteneği gerektiren problemlere daha iyi cevaplar vermelerini sağlayabildiği sonucuna varmıştır. Tasarlanan problemler öğrencilerin düşünmesine yol açmış, grup çalışması da, bunun gelişimine olanak sağlamıştır (Reid and Yang, 2002b). Yine Heller and Hollabaugh (1992), çalışmalarında işbirlikçi grup çalışmasının fizik dersinde problem çözmenin öğretimi için etkili bir yöntem olduğunu bulmuşlardır. Çalışma öğrencilerin etkili bir problem çözme stratejisi öğrenmelerini kolaylaştırmak için işbirlikçi grupları içeren bir öğrenme çevresinde gerçekleştirilmiştir.

Problem çözmede önemli olabilecek diğer faktörler ise, Helgesen (1994) tarafından aşağıdaki gibi sıralanmıştır; güven, motivasyon, farklı düşünme yeteneği ve alana bağımlılık derecesi. 3'lü gruplarda problem çözmenin, bu faktörlerin çoğunun etkisinin azaltılabileceği umulmaktadır. Çünkü 3 üyenin de benzer kapasitelere sahip olması olası görülmemektedir (Reid and Yang, 2002b).

Gelbal (1991)'a göre ise, bir problemin çözülmesi veya çözülmemesi, kişi için birçok değişkene bağlı olabilmektedir. Problemin kişinin yaşına uygunluğu, çözüm için bilgi veya eğitime sahip olma derecesi, kişinin yeteneği, sağlığı, tutumu, kişiye getireceği fayda ve kişisel özellikleri gibi güdüsel faktörler problem çözmede etkili olabilmektedir.

Piaget'in öğrenme teorisine göre ise, bir öğrencinin gelişim seviyesi problem çözmede ve öğrenmede önemlidir. Andre (1986)'nin işaret ettiği gibi, Piaget mantığa odaklanan problem çözme yaklaşımı geliştirmiştir. Tersine, Ausubel et al. (1978), kavramsal bilginin problemleri çözmede gelişimsel seviye kadar önemli olduğunu iddia etmiştir. Yine de Ausubel, öğrencilerin kavramsal bilgileri ve problem çözme stratejileri arasındaki ilişkiyi incelememiştir (Reid and Yang, 2002b). Reid and Yang, (2002b) ise, bilgiyi işleme modelinin (Johnstone and El-Banna 1986, Johnstone 1997) vurguladığı işleyen bellek alanı, alana bağımlılık/alandan bağımsızlık, ırsaklık/yakınsaklık ve uzun süreli bellek gibi bilişsel değişkenlerden her birinin problem çözme başarısını etkileyeceğini belirtmişlerdir.

Problem çözmeyi etkileyen diğer faktörlerden biri de, problem çözücünün aklında var olan, konu ile ilgili basit bilimsel tanımlar ve prensiplerdir. Konu ile ilgili problemleri çözmede iki çeşit bilgi önemli görülmektedir (Mayer, 1975; Novak, 1977; Gagné, 1977; Reif and Heller, 1982; Frazer, 1982; Lee, 1985; Anamuah-Mensah, 1986; Camacho and Good, 1989; Schmidt, 1990; Gabel and Bunce, 1994). Bunlardan biri, problemle direkt olarak ilgili olan spesifik bilgi, diğeri ise spesifik olmayan fakat problemin konu alanı ile ilgili olan bilgidir. Bu bilişsel değişkenler: Spesifik Bilgi ve Spesifik Olmayan fakat İlgili Bilgidir (Lee, 1985). Bu değişkenler, problem çözücünün hafıza kapasitesinin ölçümünü sağladığı için Ön Bilgi değişkeni olarak kalıplaşmıştır. Problem çözmeyi etkileyen diğer önemli bir faktör ise, bilişsel yapının etkilerini birleştirmek ve özümsemektir. Ausubel'in bilişsel öğrenme teorisine göre, anlamlı öğrenme yeni bilgi ve var olan bilişsel yapı arasındaki etkili bağlantıyı içermektedir (Ausubel, Novak and Hanesian, 1978). Bu bağlantının 3 yönü, fen bilimini öğrenme sürecinde önemlidir. Bunlar, 1) bilişsel yapıdaki iç bağlantı (Novak, 1977; Champagne, Gunstone and Klopfer, 1985); 2) öğrenme için bilişsel yapının bir kısmının aktivasyonu (Mayer, 1975), 3) var olan bilişsel yapı ve yeni öğrenme içeriği arasındaki dış bağlantı (Novak, 1977; West, 1975). 1. tip bağlantı, öğrencinin bilgisinin etkili bir biçimde nasıl birleştiği ile ilişkilidir. 2. tip bağlantı ise, yeni bilginin özel bir kısmının öğreniminde, kullanım için geri alınan özel bilişsel yapı parçasının doğruluğu ile ilgilidir. 3. tip bağlantıda, var olan bilişsel yapının, öğrenilecek yeni kavramlar ya da bilgiler ile bağlantısını olanaklı kılan kavramların kapsanması ile ilgilidir. Kavram İlgisi'nin (Johnson,

1965; Novak, 1977; Larkin and Reif, 1979; Larkin, McDermott, Simon and Simon, 1980; Kempa and Nicholls, 1983; Lee, 1985; Sumfleth, 1988; Niaz and Robinson, 1989) ve Fikir Birliği'nin iki bilişsel değişkeni, kavramsal olarak bu 3 bağlantı alanı ile ilgilidir (Mayer, 1975; Novak, 1977; Champagne, Gunstone and Klopfer, 1985; Lee, 1985; Sumfleth, 1988; Niaz and Robinson, 1989, 1992). Kavram İlgisi, bilinen kavramlar arasındaki bağlantıyı içeren 1. tip bağlantı ile sıkı sıkıya bağlı olan, problem çözmede içerilen kavramlar arasındaki ilişkinin ölçüsüdür. Fikir Birliği ise, problem içeriğinde yer alan ipuçlarının kullanımıyla fikirleri, kavramları, kelimeleri, diyagramları veya eşitlikleri birleştirme yeteneğini ölçen ve 2. ve 3. bağlantı tipi ile ilişkili olan değişkendir. Var olan bilişsel yapıdan bilginin geri alınmasını ve geri alınan bilgi ile dış ipucu arasındaki bağlantıyı içermektedir. Bu iki değişken, bilgi deposunun birlik derecesini ölçen bağlantı ile ilgili olduğu için Bağlantı Değişkeni olarak kalıplaşmıştır. Problem transfer yeteneğinin (Gagné, 1977; Chi, Feltovitch and Glaser, 1981; Frazer, 1982; Reif and Heller, 1982; Greenbowe, 1983; Lee, 1985; Gabel and Bunce, 1994) ve önceki problem çözme deneyiminin (Ashmore, Frazer and Casey, 1979; Frazer and Sleet, 1984; Frazer, 1985; Lee, 1985) problem çözme performansını belirlemede önemli olduğu literatürde gösterilmiştir. Problem transfer yeteneği, verilen bir problemi tanıma, yorumlama, analiz etme ve anlama kapasitesini ölçmektedir. Önceki problem çözme deneyimi ise, benzer problemleri çözmede önceki deneyimin ölçümüdür. Her iki değişken, problem çözücünün problem ifadesi hakkındaki bilgisini işleme yeteneğini ölçmeye çalıştığı için Problemi Tanıma Yeteneği olarak kalıplaşmıştır (Lee et al., 2001).

2.9.1. Problem çözmede ön deneyimlerin önemi

Problem çözme başarısını belirlemede ön problem çözme deneyimlerinin önemli olduğu birkaç çalışmada gösterilmiştir (Ashmore et al., 1979; Wadling, 1988). Ön problem çözme deneyimleri, problem alanı ile ilgili ön bilgiyi ve deneyimi içermektedir. İlk olarak, Ashmore et al. (1979), problem çözme ağ örgüsü yaklaşımını, bilgi parçalarının birbirine nasıl bağlı olduğunu göstermek ve problemleri çözmek için gerekli olan bilgiyi ayırt etmek için öne sürmüşlerdir. Ağlar, problemleri birimsel bilgi parçalarına ayırma ve onları çözüme ulaştırmak için yeniden bir araya getirme ile ortaya çıkmıştır. Bilgi parçaları arasındaki ilişkiyi

göstermek için problem çözme ağ örgüsü yaklaşımının yararlı olduğunu belirtmişlerdir. Problem çözme ağlarının avantajlarını aşağıdaki gibi sıralamışlardır:

1. Bağlantıların bir diyagram aracılığı ile gösterimiyle bilginin sunumuna olanak tanımaktadır,
2. Problemin çözümü için birçok alternatif yolun olduğu fikrini güçlendirmektedir,
3. Problemlerin analizinde yararlıdır. Bir problemin alt problemlere nasıl indirgenebileceğini göstermektedir,
4. Anahtar bilgi parçalarının birçok bağlantının merkezi olduğunu göstermektedir,
5. Eğitimciye öğrencinin problemleri çözmede yaşadıkları güçlükleri görme kolaylığı sağlamaktadır.

Waddling (1988)'in çalışması, öğrenciler tarafından tasarlanan problem çözme ağlarının, onların düşünme modellerini anlamada eğitimcilere yardımcı olabileceğini doğrulamaktadır. Ağlar, öğrencileri başarılı problem çözmeden alı koyan faktörleri göstermektedir. Dersin ilk aşamalarında basit problem çözme ağlarının tanıtımı, öğrencilerin problem çözme becerileri geliştirmeleri için bu yaklaşımı kullanmalarında kendilerine güvenlerini artırmaktadır. Problem çözme ağlarının kullanımı öğrencilere problem çözme sürecini algılamada ve hatırlamada yardımcı olmaktadır.

Frazer and Sleet (1984) çalışmasında, alt problemleri ayrı ayrı çözebilen bazı öğrencilerin, problemi bütün olarak niçin çözemediklerini belirlemek için hesaplamalar içeren kapalı tarzda bir problem kullanmış ve problemi alt problemlere ayırmıştır. Ashmore et al. (1979)'ın yaklaşımı ile uyumlu aynı ağ örgüsü metodunu kullanmıştır. Sonuçlar, ana problemi çözemeyen fakat alt problemleri çözebilen çoğu öğrencinin problemi çözmek için açıkça bir planının olmadığını göstermiştir. Bu da, öğrencilerin güven eksikliğinden ya da alışık olmadıkları bir terimle ya da alışık olmadıkları uzun bir problemle karşılaştıklarında kararsız olmalarından kaynaklanabilmektedir. Onların kararsızlık yaşamaları işleyen bellek kapasitelerine daha fazla yük olmakta ve ana problemdeki tüm adımları tanımlarını engellemektedir (Reid and Yang, 2002a).

2.9.2. Problem çözmede bilginin önemi

Chandran et al. (1987), ön bilginin ve mantıklı düşünme yeteneğinin kimya başarısı ile anlamlı bir şekilde ilişkili olduğunu bulmuştur. Ön bilginin, kimya başarısının anlamlı bir yordayıcısı olduğu bulgusu, Ausubel et al. (1978)'in anlamlı öğrenme teorisi ile de uyumludur. Kimyada problem çözmeye bakıldığında, kimyasal bilgi eksikliğinin problem çözme yeteneğinin gelişimini engelleyeceğini anlamak kolaydır (Reid and Yang, 2002a).

Lychcott (1990), çalışmasında kimyasal bilgi ve problem çözme yaklaşımları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada, öğrencilerin problem çözme görevini belirli kuralların takip edilmesinden çok, bir araştırma olarak algılamalarının, onların hem kimya bilgisini hem de problem çözme performansını artıracığı şeklinde kurulan hipotez test edilmeye çalışılmıştır. Lise kimya öğrencileri ile yürütülen çalışmada basit kütle problemleri içerilmiştir. Gruplardan birine kütle-kütle problemlerini çözmek için bir dizi kural serisi verilmiştir. Diğer grup ise problemleri çözmek için öğrenme stratejisini kullanmışlardır. Tüm öğrencilerden iki kütle-kütle problemini bireysel olarak çözmeleri istenmiş ve bu sıradada öğrenciler sesli düşünmüşler ve bunlar kaydedilmiştir. Böylece öğrencilerin problemleri çözme girişimleri sırasında ne yaptıkları ve ne düşündükleri analiz edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra da her öğrenci ile 50 dakikalık mülakat yapılmış ve bu yolla bu problemleri çözmeleri için gerekli olan kimya bilgisine sahip olup olmadıkları incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda ilk grupta problemlere doğru çözüm bulan ve her iki problemi de doğru olarak çözen öğrenci yüzdesinin ikinci gruba göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Yine de eksik çözüm sunan ve ne yaptığı hakkında bir fikri olmayan öğrenci yüzdesi de ilk grupta daha yüksek bulunmuştur. Sonuçlar, basit kütle problemlerini doğru çözebilen öğrencilerin yetersiz kimya bilgisine sahip olduğunu göstermiştir. Çalışma, kimya öğrencilerinin çoğunluğunun alışık olmadıkları daha zor problemlerle karşılaştıklarında, onlara çözüm yolunda takip edecekleri kurallar sağlanmadığında ve onların öğrenme sürecinde kimyasal bilgiyi anlamasına yardım edilmediğinde, başarısız olacaklarının beklenebileceği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle öğrencilerin problem çözebilmesi istendiğinde, onların gerekli bilgiyi anlamasına ve bu bilgiyi ezber bir yolda geliştirmemesine yardım edilmelidir. Çalışmada kullanılan öğrenme

stratejisi, her öğrencinin problemdeki kimyasal durumu görsel olarak anlamasına ve daha sonra da çözüm yolundaki bağlantıları bulmak için stratejiler kullanmasına vurgu yaparak, öğrencilerin hem kimya bilgisinde hem de problem çözme performansında artışa neden olmuştur.

2.9.3. Problem çözmede bilişsel yapının önemi

Öğrencilerin bilişsel yapısının, problem çözmeyi etkileyen önemli bir faktör olduğu çoğu araştırmacı (Kempa and Nicholls, 1983; Lee, 1985; Lee et al., 1996) tarafından kabul edilmektedir. Ausubel'in öğrenme teorisine göre (Ausubel et al., 1978) anlamlı öğrenme yeni bilgi ile var olan bilişsel yapı arasında etkili bir bağ kurularak gerçekleşmektedir. Kempa and Nicholls (1983), çalışmalarında öğrencilerin bilişsel yapısı (öğrencilerin kavram alanındaki spesifik problemleri çözme yeteneği) ile kimya içeriğinde problem çözme yetenekleri arasındaki ilişkiyi açıklamak için kimya başarı ve kelimeleri bir araya getirme testlerini kullanmışlardır. Sonuçta iyi problem çözücülerin bilişsel yapılarının daha kompleks olduğu ve zayıf problem çözücülerinkine göre daha çok zihinsel bağlantıya sahip olduğu bulunmuştur. Farklı kavramlar arasında bağ oluşturma, problem çözme davranışını belirlemede önemli olduğu görülmüştür. Ayrıca zayıf problem çözücülerin bilişsel yapılarındaki eksikliklerin soyut kavramlar için daha baskın olduğu da ortaya çıkarılmıştır (Reid and Yang, 2002a).

2.9.4. Problem çözmede işbirlikli grup çalışmasının önemi

Johnson and Johnson (1975)'a göre, problem çözme, bireylerin hedefe ulaşmak için bir araya geldiği işbirlikçi bir süreçtir. Zhang (1998)'a göre, işbirlikçi problem çözme de, gruplar arasındaki karşılıklı etkileşimleri içeren problem çözme etkinlikleri anlamına gelmektedir. Bu nedenle başarılı birer problem çözücü olmak isteyen öğrenciler, birlikte konuşmak, birbirlerinin deneyimlerini ve bilgiyi paylaşmak gibi işbirlikçi çalışmanın gereklerini yerine getirerek işbirliği içinde çalışmayı öğrenmek zorundadır. Basili and Sandford (1991), üniversite öğrencileri ile çalışarak işbirlikçi bir grup çalışmasının öğrencilere kavram yanılgılarının üstesinden gelmek için uygun bir çevre sağlayabildiği kanıtını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca grup tartışmasının, öğrencilerin fen bilimi hakkındaki görüşlerini açıklamasına ve günlük ve bilimsel kelimeler arasında kesin bir ayırım

geliştirmesine yardım edebileceğini göstermiştir. Bu nedenle işbirlikçi yaklaşımın hem sayısal hem de kavramsal problemlerde etkili olduğu söylenebilmektedir. Qin et al. (1995), çalışmasında işbirlikçi çabaların iyi yapılandırılmamış problemlerde daha iyi performansla sonuçlandığını göstermiştir. Bu da, bireylerin grup tartışması yoluyla fikirlerini değiş tokuş etmelerinden ve problemin çözümüne yardımcı olabilecek bir temsil oluşturmalarından kaynaklanabilmektedir. Çünkü iyi yapılandırılmamış problemler hayal yoluyla problemin bir temsilini üretmeyi gerektirmektedir (Reid and Yang, 2002a).

İşbirlikçi grup çalışması genel olarak, çözülmesi için farklı bilişsel süreçleri gerektiren problemleri daha iyi çözmeye neden olmaktadır. İşbirliğinin problem çözme başarısını nasıl artırdığına dair nedenler, Reid and Yang, (2002a) tarafından aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

1. İşbirlikçiler arasında paylaşılan deneyim ve uzmanlık,
2. Problemi çözmek için çeşitli stratejiler üretme,
3. Problem ifadesini sorular haline dönüştürme yeteneği,
4. Problemin paylaşılan bilişsel temsili.

2.9.5. Problem çözmede işleyen bellek kapasitesinin önemi

Bilindiği gibi işleyen bellek kapasitesi genetik olarak sabittir ve bu nedenle işleyen belleğin kapasitesini artırmanın olası olmadığını dikkate almak gerekmektedir. Artırılması gereken öğrencinin sahip olduğu işleyen bellek alanını kullanmadaki etkinliğidir. Etkinliği artırmada etkili olabilecek herhangi bir yöntem ya da müdahale programı yoktur. Yine de, kompleks alan durumları ile uğraşma ve parçalama araçlarını kullanma uygulamaları buna katkıda bulunabilmektedir. Bu nedenle eğitimin başlangıç seviyesinden itibaren, sadece algoritmik yöntemlerin ya da süreçlerin gelişimine ve uygulanmasına değil, gerçek yaşam problemlerine de önem verilmelidir (Tsapalis, 2005).

Ayrıca araştırmacılar, kimya eğitiminde öğrencilerin bilgiyi işleme kapasitelerini artırmak için çeşitli tavsiyelerde bulunmuştur. Bu tavsiyeler aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

1. Bir konunun hem kavramsal ve hem de algoritmik olarak anlaşılmasının sağlanması ve daha sonra da bunun test edilmesi öncelikli olmalıdır (Nakhleh, 1993; Stamovlasis et al., 2004; 2005).
2. Öğrencilerin kritik düşünmesinin gelişimi için içerikten çok yönetime (nasıl ve niçin) vurgu yapan stratejiler kullanılmalıdır (Tsapalis, 2005).
3. Aktif öğrenmenin pasif öğrenmeye göre öneminin bilinmesi gerekmektedir (Kogut, 1996).

2.9.6. Problem çözmede uzun süreli belleğin önemi

Öğrenciler fen kavramlarının çoğunu, fen bilgisi derslerinden öğrenebilmekte ve anlayabilmektedir. Yine de bu, öğrencilerin problemleri başarılı bir şekilde çözebileceğini garanti etmemektedir. Bu noktada problem çözmede uzun süreli belleğin rolü önemli olmaktadır. Öğrenciler, açık uçlu kimya problemlerini çözebilmek için uzun süreli bellekte depolanmış olan gerekli kimya bilgisine ihtiyaç duymaktadır. Bu noktada ihtiyaç duyulan bilginin uzun süreli bellekte nasıl saklandığı ve birleştirildiği önemli olmaktadır. Eğer kavramlar diğerine iyi bir şekilde bağlanmamışsa, bir içerikte elde edilen kimyasal bilgiye farklı bir içerikteki uygulama için kolaylıkla ulaşılamayabilmekte, bu da öğrencilerin problem çözmede o bilgiyi kullanmalarını zorlaştırabilmektedir (Reid and Yang, 2002a).

2.10. Problem Çözme Yeteneğini Geliştirme

Keith (1993)'e göre problem çözme yeteneğinin gelişimi, çeşitli alt yeteneklerin koordinasyonunu ve bileşimini gerektirmektedir. Temel kavram ve olay bilgisi, stratejik metot bilgisi, becerilerin koordinasyonu ve problem çözümüne doğru süreci izleme problem çözmede içerilmektedir. Problem çözme yeteneğinin gelişimindeki anahtar bileşenler, öğrencilerin istenen beceriyi geliştirmesine yardımcı olmak için onlara rehberlik ve dönüt sağlama, stratejik metotları tanıtmaya ve bu metotları kullanmaları için onlara model olmalıdır. Eğitimciler, öğrencilerin problem çözme performanslarını gözlemleyebilmeli ve onlara dönüt verebilmeli ve bu becerileri başarılı bir şekilde kazanabilmeleri için destek olmalıdır (Keith, 1993; Collins, 1989; Asieba, 1993), (Jeon, Huffman, and Noh, 2005).

Ayrıca araştırmacılar, öğrencilerin problem çözme kapasitelerini geliştirmek için çeşitli önerilerde bulunmuşlardır. Genya (1983), eğitimcilerin öğrencilerinin kimya

derslerindeki problem çözme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmak için daha aktif bir rol alması gerektiğini belirtmiştir. Bu yöndeki bir yaklaşımla nicel problemlerin üstesinden gelmede kaygı taşıyan öğrencilerin farkına varılabilmektedir. Tipi, içerdiği prensiplerin, gerekli olan hesaplama adımlarının sayısı ve bu adımların matematiksel karmaşıklığı açısından daha basit problemlerle problem çözme sürecine başlamanın, daha sonra da daha kompleks problemlerle ilerlemenin öğrencilerin problem çözme kapasitelerini geliştirmede önemli olduğunu belirtmiştir. Öğrencilere öncelikle özel bir konu ile ilgili problem dizilerinin çözümünde genel bir problem çözme yaklaşımının ve bazı genel problem çözme stratejilerinin tanıtımının yapılmasının, daha sonra da farklı konu alanlarını içeren diğer sayısal problemlerin çözümü için genel problem çözme yaklaşımının tekrar tekrar kullanılmasının ve bu genel problem çözme stratejilerinin genişletilmesinin yararlı olabileceğini önermiştir.

Niaz (1995a) ise, kavramsal problemlerden önce sayısal problemleri çözmenin öğrenme için daha yararlı olabileceğini ileri sürmüştür (Tsaparris, 2005).

Açık uçlu uğraştırıcı problemler ise, Reid and Yang (2002b)'ın ön incelemesinin konusu olmuştur. Araştırmacılar, 14 açık uçlu kimya problemini kullanarak, 14–17 yaş öğrencilerinin (3'lü gruplarda çalışan) açık uçlu kimya problemlerini çözme yollarını incelemişlerdir. Kavramların ve kavramlar arasındaki bağlantıların böyle problemleri çözmede nasıl etkili olduğu üzerine vurgu yapmışlardır.

Kaliforniya Üniversite'sinden Michael E. Martinez ise, bu konuda şöyle ifade etmiştir;

- Her alternatifi değerlendirin,
- Kendinizi eleştirmeyin veya yaptığınız herhangi bir hatadan dolayı utanmayın.

Yine Güney Carolina Üniversite'sinden Edens işe şunları önermiştir;

- Eğer gerçek bir yaşam uygulaması umulan sonucu getirmediyse, diğerini ve diğerini deneyin,
- Soğukkanlı olun,
- Fikirlerinizin şekillenmesi için zaman tanıyın,
- Bunun için adım adım problem çözme yaklaşımını uygulayın,

- İlk olarak problemi ayırt edin ve tanımlayın,
- Daha sonra bir strateji oluşturun ve bu stratejiyi uygulamak için gerekli kaynaklara ulaşın ve bilgi edinin,
- Sonuç olarak tüm süreci izleyin ve çözümünüzü değerlendirin (Arenofsky, 2001).

2.11. Problem Çözmeyi Öğretme Yolu

Eğitmenler, problemler üzerinde çalışmanın öğrenme için etkili bir yol olduğuna inanmaktadırlar. Öğrenciler ise, genellikle problemin cevabına ulaşmanın problemi çözüm sürecini anlamadan daha önemli olduğu şeklinde bir tutum geliştirmişlerdir. Çoğu öğrenci problemi görür görmez hesaplama yapmaya başlamaktadır. Fakat bu hesaplamanın, onları doğru çözüme götürüp götürmeyeceğini kendilerine sormamaktadırlar. Bunun nedeni nedir? Ders kitaplarında yer alan yada eğitimcilerin tahtaya yazdığı problem çözümleri, genellikle iyi organize edilmiş doğru cevaba ulaşma yollarıdır. Bunlar, benzer problemlerin tekrar tekrar çözümünden sonra geliştirilmiş algoritmaları sunmaktadır (Herron, 1986). Fakat öğrencilerin problemleri çözmeye sırasındaki çabalarını nitelendiren, yanlış başlangıçları, geçersiz sonuçları, mantıksız girişimleri ve yanlış çözümleri göstermemektedir (Bodner, 2003). Bu nedenle, öğrencilere problem çözmeyi öğretmek için başka yollar bulmak gerekmektedir. Bu yol da, öğrencileri problem analizinde daha fazla zaman harcamaya mecbur etmelidir (Cardellini, 2006).

Herron (1986), çalışmasında problem çözmeyi öğretme yolu ile ilgili çeşitli önerilerde bulunmuştur. Bunlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Ders kitaplarında yer alan ya da eğitimcilerin tahtaya yazdığı problem çözümleri, genellikle iyi organize edilmiş doğru cevaba ulaşma yollarıdır. Bunlar, benzer problemlerin tekrar tekrar çözümünden sonra geliştirilmiş algoritmaları sunmaktadır. Çalışma, uzman problem çözümcülerin yeni problem çözmeye görevleri ile karşılaştıklarında böyle yolları kullanmadığını ve kimyadaki problemlerin çoğunun öğrenciler için yeni olduğunu açığa çıkarmıştır. Bu nedenle deneyimli problem çözümcülerin ilk kez karşılaştıkları problemlerle nasıl başa çıktıklarına dikkat edilmelidir.

2. Standart kimya derslerinde yer alan problemlerin çoğu gerçekte algoritmik çözümünün öğretildiği problemlerdir. Öğrenciler çözümü için herhangi bir sürecin öğretilmediği yeni problemlerle karşı karşıya bırakılmalıdır.
3. Uzman problem çözümler problemleri yorumlarken ve çözerken birçok genel stratejiden yararlanmaktadır. Zor bir problemle ilişkisi olan basit bir problemi çözme, problemi alt parçalara ayırma, süreci analiz etme vb. başarılı problem çözümler tarafından kullanılan genel stratejilerdir. Eğitimci bu stratejileri sık sık kullanmalarına rağmen, bu stratejilerin öğrencilere öğretilmesine önem vermemektedir. Halbuki bu stratejilerin öğrencilere öğretilmesi gerekmektedir.
4. Kimyada problem çözme genellikle hem gerçek kimya sistemleri ile ilgili değildir hem de problemlerde ifade edilen durumlar gerçekçi değildir. Bu da öğrencilere başarılı problem çözümlerin benimsediği etkili stratejileri kullanma yeterlikleri geliştirmeleri için fırsat vermemektedir. Eğitimci, kimyasal problemler ve fiziksel sistemler arasında bağlantı kurmak ve öğrencileri problemlere verdikleri cevapları fiziksel gerçek bakımından incelemeye teşvik etmek için girişimlerde bulunmalıdır. Yani öğrencilerin fiziksel gerçek ile ilgili problemleri çözmelerinin beklenmesinden önce, onların bu gerçeklik ile ilgili olayları anlamaları sağlanmalıdır.

2.11.1. Aktif problem çözme modeli

Kolb and Stuart (2005), yaptıkları çalışmalarında 5 adımdan oluşan aktif problem çözme modelini kullanmışlardır. Bu adımlar aşağıdaki gibi sıralanmaktadır;

1. Problemi tanıma,
2. Tüm olası çözümleri listeleme,
3. Seçenekleri değerlendirme ve en iyiyi seçme,
4. Hareket etme,
5. Değerlendirme.

Hareket etme ve öğrenci yansıması modelin iki önemli bileşenidir. Problemlerini çözmek için harekete geçmeyi öğrenen öğrenciler, kendilerini daha sonraki problemleri çözmede daha etkili ve güçlü hissetmektedir. Güçlenme, bu modelin en ağır basan amacıdır. Bu nedenle Turnbull'un Çalışma Yaprağı (Turnbull and

Turnbull's Empowerment Framework, 2001) bu problem çözme modeli için uygulanmıştır. Turnbull'un Çalışma Yapağı, problem çözme modelindeki güçlenme için teorik destek sağlamaktadır. Çünkü bu çalışma yapağı, motivasyonun, bilginin ve becerilerin, güçlenmenin gerekli bir bileşeni olduğunu göstermektedir. Bu çalışma yapağına göre, motivasyon 5 kaynağı içermektedir: öz yeterlik, algılanan kontrol, büyük beklentiler, enerji ve sabır. Öz yeterlik, bir kimsenin kendi yeteneğine olan inancı demektir (Bandura, 1997). Algılanan kontrol, öğrencinin yeteneğini, bir şeylere uygulayabilme inancıdır. Sabır, enerji ile yakından ilgilidir fakat özellikle zor bir problemle uğraşırken vazgeçmemeyi gerektirmektedir. Motivasyon ise bir kişinin harekete geçmesine neden olan bir iç istek, heyecandır (Elder, 1997; Goleman, 1995). Öğrencinin harekete geçmesinde, gerçekçi amaçlar saptamasında ve amaçlarını sonuçlandırmasında inatçı olmasına yardım etme de önemlidir (Kolb and Hanley-Maxwell, 2003). Daha fazla iç motivasyona sahip öğrenciler, başarısızlıklarını çaba ya da hazırlık eksikliklerine bağlamaktadır. Motivasyonel güçlenme için dış faktörlere güvenen öğrenciler ise, başarısızlıklarını kontrollerinin ötesindeki şeylere bağlamaktadırlar (Dev, 1997). Başarısızlıklarının kendi kontrollerinin ötesinde olduğuna inanan öğrenciler, ikilemleri üzerinde kontrol kazanmaya ya da değişimi kabul etmeye kalkışmamaktadır. Bu nedenle bu model, temel problem çözme adımlarını öğretmeye ek olarak devam eden güçlenme sürecinin bir parçası olarak, motivasyonun, bilginin ve becerilerin önemini göstermek için tasarlanmıştır (Kolb and Stuart, 2005).

2.11.2. Aktif problem çözme modelinin uygulanması

Kolb and Stuart (2005)'a göre problem çözme modellerinin çoğu, basit problem çözme adımlarını içerirken, bu model bu adımlara ek olarak güçlenmeyi ve öğrenme aşamalarını içermektedir. Etkili bir model olmasına rağmen, yine de eğitmenler, grup için gizliliğin gerekli olduğunun ve bazı problemlerin öğrenciler ya da grup tarafından çözülmesi için yetenekten daha ötesinin gerekli olduğunun farkında olmalıdır. Bu modelin en önemli özelliği, grupların problemleri sınıf gizliliği içinde tartışmasıdır. Öğrencilerin bunu yapmasına yardımcı olmak için grup üyeleri arasında karşılıklı anlayış ve güven ortamı kurulmalıdır.

2.11.2.1. Problemi tanımlama

Bu ilk adımda, öğrenci bir problemi olduğunu anlama, eğitmen ve grup ile bu problemi paylaşma isteğinde olmalıdır. Eğitmen, kolaylaştırıcı olarak öğrencilerin problemi kesin olarak belirlemelerinde onlara yol gösterici sorular sormaktadır. Bu adımın en önemli yönü problemi tam olarak ifade etmektir.

2.11.2.2. Tüm olası çözümleri listeleme

Bu adım, öğrencilerin arkadaşları ile bir sürü çözüm üretmesi için fırsat sağlayan beyin fırtınası etkinliğidir. Tüm öneriler beyin fırtınası listesine alınmaktadır.

2.11.2.3. Seçenekleri değerlendirme ve en iyiyi seçme

Bu adımda öğrenciler, beyin fırtınası bölümünde listelenen her seçeneği değerlendirmektedir. İşe yaramayan seçenekler grup tarafından belirlenmekte ve elimine edilmektedir. Grup, her olası çözümün artısını ve eksisini tartışmakta ve böylece potansiyel çözüm listesi daraltılmaktadır. Öğrenciler artık en olası çözüme ulaştıklarını hissettiklerinde harekete geçmeleri gerektiği kararına varmalıdır.

2.11.2.4. Harekete geçme

Bu aşama zor olduğu için öğrencilerin desteğe ihtiyacı olmaktadır. Eğitimciler, öğrencilerin problem çözme için sorumluluk almasını sağlayarak onların güçlenmesine yardımcı olmalıdır. Öğrenciler harekete geçtikten sonra sonuçları paylaşmak için gruba rapor vermelidir.

2.11.2.5. Değerlendirme

Bu adımda öğrenci problemin çözülmüş olduğu, çözülüyor olduğu ya da yeniden değerlendirilmesi gerektiği hakkındaki fikirlerini paylaşmaktadır. Eğitmen, öğrencileri, çözümün başarılı olduğu ya da olmadığı hakkındaki fikirlerini yansıtmaları için teşvik etmelidir. Yansıtma, öğrencilerin kritik düşünme ve problem çözme becerilerini genelleştirmektedir. Sınıf, başarılı ve başarısız problem çözme adımlarıyla öğrenmeden yarar sağlamaktadır. Eğer öğrenci problemi çözdüğünü bilirse, bu onu güçlenme hissine götürmektedir. Öğrenci problemi çözdüğünü düşünmediğinde bile, seçilen çözümün neden doğru çözüme götürmediğini diğer arkadaşları ile paylaşmalıdır. Bu bilgiyi paylaştıktan sonra, öğrenciler gruptan

gelen geri dönütün ve kendi düşüncelerinin temelinde gerekli değişimleri yapmaya teşvik edilmelidir. İyi yönlendirici olan eğitmenler, öğrencilerine çoğu problemin hemen çözülemediğini, zaman zaman durumu ve başka bir çözümü değerlendirmenin gerekli olduğunu açıklamalıdır.

2.11.3. Pathway yöntemi ile problem çözme

Pathway yöntemi, problemin tüm açısını gösteren, cevaba ulaşmak için gerekli olan ilişkileri açıklayan görsel bir örnek sunmaktadır ve dört elementten oluşmaktadır: amaç, veriler, pathway ve cevap. Her element önemli olsa da, pathway bu yöntemin ayırt edici özelliğidir. Amaç ve veriler, problemin özetini içermektedir. Bu adımları takip etme, ilgili bilginin izole edilmesi aşamasını kolaylaştırmaktadır.

Newell and Simon (1972)'a göre, insanların çoğu, bilinçli belleklerinde yalnızca sınırlı miktarda bilgi tuttuğu için, bu yöntem dış bir bellek tipinin kullanımına olanak sağlamaktadır. Ayrıca Gruber and Vonèche (1977); Vygotsky (1978)'e göre, pathway kullanımı ile problem çözme yöntemi yapılandırıcı yaklaşıma çok iyi uyulanmaktadır (McCalla, 2003). Problem çözümler, problem çözümünde oluşturulan mantıki ilişkiler yoluyla düşünürken, eski bilgilerini yeniden gözden geçirmelerini gerektirecek anlamalarındaki boşlukların farkında olmakta ve böylece yeni bilgi oluşturmaktadırlar. Oluşturulan pathway, sorulara cevap verildikçe gelişen bir seri amacın varlığıyla, sorulan bir seri soruya cevap vermeyi içerdiğinden düşündürücü bir yöntemdir.

2.11.3.1. Amaç

Bu adımda öğrenciler, problemin ne sorduğunu sembolik gösterimle uygun ise de birimlerle yazmaktadır.

2.11.3.2. Veriler

Bu adımda öğrenciler, problemle ilgili bilgileri mümkünse sembolik gösterimle yazmaktadır. Açıklık için diyagramlar eklenebilmektedir.

2.11.3.3. Pathway

Merriam and Caffarella (1991)'a göre, yeni bilgiyi eski bilgi ağına katan şemaların veya modellerin yaratımı öğrenmede oldukça önemlidir. Yeni bilgi mevcut ağına içine uymadığında şema yeniden yapılandırılmalıdır (McCalla, 2003). Pathway yönteminde, şema üretme aşaması parthway geliştirmede önemlidir. Problem çözücüler, amacı verilere bağlayan modellere ulaşabildiğinde, problem onlar için artık yeni değildir. Yine de, eğer problem onlar için yeni ise, o zaman pathway geliştirme süreci boyunca var olan şemalarını arıtma potansiyeline sahip olan yeni modeller yaratacaklardır. Böylece öğrenci, pathway öğrenme yerine, adım adım, anladıkları ilişkilerden mantıklı bir pathway oluşturacaktır. Her adım, bir tanıma, kimyasal, fiziksel veya matematiksel prensibe yada deneysel olarak kanıtlanmış ilişkiyi ifade eden formüle dayanmaktadır. Amaçla başlama sebebi, verilerde fazla miktarda bilgi öğesinin olmasıdır. Bu da, cevabı oluşturmada başlangıç noktası olarak hangi öğenin seçileceğini bilmeyi zor kılmaktadır. Çünkü yalnızca bir amaç olmalıdır, yani emin olunan bir başlangıç noktası. Bu nedenden dolayı, pathway başlangıç noktasına yani amaçtan verilere doğru adım adım oluşturulmaktadır. Özellikle öğrenci, yalnızca verilerden amaca doğru olan düşünme deneyimine sahipse, başlangıçta başlangıç noktasına doğru çalışmak onun için zor olacaktır. Pathwayde öğrenci, mantıklı düşünme sürecine amacı tekrar yazarak başlamaktadır. İlk iş, amaç ile mantıklı bir bağlantıya sahip olan bir öge bulmaktır. Eğer böyle bir öge akla gelirse, bu yeni bir amaç olarak yazılmakta ve geri okla amaca katılmaktadır. Aynı süreç yeni amaç üzerinde uygulanmaktadır. Böylece yaratıcı bir süreç gerçekleştirilmektedir. Öğrenci ilişkileri belirlemek için kavramlara yeterince hakim olmak zorundadır. Problemi birden çözmek gerekli değildir. Öğrenci bir ilişki çıkardığında, yeni amaç ile mantıklı bağlantıya sahip bir öge aramak için yeniden uğraşmaktadır. Ve böylece yaratıcı süreç, yeni amaç, verilerdeki bilgi ile direkt olarak ilişkili oluncaya kadar sürmektedir.

2.11.3.4. Cevap

Tüm mantıklı bağlantılar belirlendiğinde, yalnızca hesaplamaların yapılması kalmaktadır.

2.11.4. Pathway yöntemine dayanan bir problem çözme örneği

Çizelge 2.2'de sözü edilen tanımların ne demek olduğunu göstermeye yardımcı olabilecek bir örnek verilmektedir. Taslağı çıkarılan her adım öğrencilerin aktif sorgulamasını içermektedir.

Çizelge 2.2. Pathway örneği

Problem: 1.37 M sitrik asit çözeltisi 1.10 g/cm³ yoğunluğa sahiptir. Çözeltinin molalitesini hesaplayın.

Veriler: $\frac{1.10 \text{ g çözelti}}{\text{cm}^3 \text{ çözelti}}$ $\frac{1.37 \text{ mol asit}}{\text{L çözelti}}$

Amaç: molalite, m

Pathway:

Cevap: mol asit = 1.37 mol asit (1 L çözelti kabul ettiğimiz için)
g çözelti = 1L x 1000 mL / L x 1 cm³ /mL x 1.10 g çözelti/ cm³ = 1100 g çözelti
g asit = 1.37 mol asit x 192 asit / mol asit = 263 g asit
kg su = (1100 – 263) g su x 1 kg su / 1000 g su = 0.837 kg su
molalite = 1.37 mol asit / 0.837 kg su = 1.64 m (McCalla, 2003).

2.11.5. GOAL yöntemi ile problem çözme

Beichner, Deardorff and Zhang (2006), tarafından geliştirilen bu problem çözme yöntemi (GOAL-Gather, Organize, Analyze and Learn-Toplama, Organize Etme, Analiz Etme ve Öğrenme), öğrencilerin nitel problemleri çözerken yüksek seviyeli

bilişsel becerileri (HOCS) kullanımlarını sağlayan bir problem çözme yöntemidir (Oliver-Hoyo and Justice, 2008). Öğrenme adımı ile diğer problem çözme yöntemlerinden ayrılmaktadır. Bu son adım, öğrencilerin problemin çözümünü bulduktan sonra problem hakkında düşünmesini gerektirmektedir. Böylelikle öğrencilere cevabın anlamlı olup olmadığını görme olanağı sağlamaktadır. Ayrıca öğrencileri kimya problemlerini çözmede gerekli olan yüksek seviyeli bilişsel becerileri kullanmaya teşvik etmektedir. Öğrenciler bu adımla öğrenme sürecinin merkezi olmaktadır. Öğrencilerin problemi düşünmeye yönlendirilmesiyle hem problemin çözümü hem de süreç vurgulanmaktadır. Çoğu problem çözme yöntemi ise, bu türden bir aktif düşünmeyi içermemektedir. Bu yöntem, öğrencilerin bireysel olarak daha aktif bir rol almaları için tasarlanmıştır. Algoritmik problem çözme teknikleri ise hesaba katılmamaktadır. Öğrencilere bu yöntemle algoritmik olmayan problemleri çözme şansı tanınmaktadır.

Bu yöntemdeki;

İlk aşama, hangi bilginin verildiğini, hangi bilginin verilmediğini not almayı gerektirmektedir. İkinci aşamada, çözümün ana taslağı oluşturulmaktadır. Üçüncü aşamada, öğrenciler probleme çözüm bulmak için ilk iki aşamadaki bilgiyi kullanmaktadır. Ayrıca problem çözme yaklaşımlarında değişiklik yapma ya da probleme çözüm bulmak için yeni bir yaklaşım tasarlama ihtiyacı duyabilmektedirler. Dördüncü aşamada, problemin çözümünün diğer problemlerle ya da kavramlarla ilgisini yani problemin çözümünün uygulama alanlarını düşünmeyi teşvik etmektedir. Bu adım, çözüm ile ilgili soyut düşünmenin önemini vurgulayarak öğrencilerin yüksek seviyeli düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Oliver-Hoyo and Justice, 2008).

2.12. Başarılı ve Başarısız Problem Çözümler

Winkel (2000)'e göre, başarılı ve iyi problem çözümler sadece bölüm sonlarında yer alan problemleri çözme becerilerine sahip değildir, onlar “Problemi verin ve benim onu nasıl çözeceğimi görmeme müsaade edin” diyen bir görüş açısına sahiplerdir. Kendi donanımlarını tanımakta, bu donanımı nasıl kullanacaklarını bilmektedirler. Onlar yaparak öğrenmektedirler. Problemi formüle etme, çözme ve yorumlama becerilerini tecrübe ederek kazanmaktadırlar.

O'Neil (1999)'e göre iyi bir problem çözücü a) içeriği iyi olarak anlar (içerik bilgisi); b) spesifik entellektüel becerileri kullanır (problem çözme stratejileri), c) süreç boyunca problemin çözümüne doğru olan hedefe yönelik kendi sürecini izler (öz-kontrol) ve d) bu süreçte motivedir (çaba ve öz-yeterlilik).

İyi problem çözme becerisine sahip kişiler, sabır, bağımsızlık ve merak gibi pozitif kişilik özelliklerine sahiptirler. İyi problem çözücüler genellikle kendine saygılıdır, yeteneklidir ve karar almada sağduyuludur. Esneklik, açık fikirlilik ve tolerans gibi problem çözme özelliklerine sahiptirler. En verimli problem çözücüler aynı zamanda da yaratıcıdır. Örneğin, Albert Einstein. Dünyaca ünlü fizikçiye göre problemlerin çoğu birçok olası cevaba sahiptir ve ilk cevap her zaman için en iyi cevap değildir ve bu süreçte çok çözüm üretmek istenilen bir şeydir (Arenofsky, 2001). Bu becerilere rağmen, bazı zor problemleri çözmek için temsil yeteneğinin de önemli olduğu not edilmektedir (Greenbowe, 1983; Bodner and Domin, 2000). Öğrenciler bir problem üzerinde çalışırken, gerçekleştirecekleri ilk adım, problemi keşfetmek ve anlamaktır. Başlangıçta problemi anlamazlarsa, problemi başarılı bir şekilde çözmeleri olası değildir. Hayal etme, sonuç çıkarma, karar verme ve bellekten bilgiyi geri alma gibi etkinlikler, öğrencilerin problemi anlamasına yardım etmek için kullanılmaktadır. Hayes (1981)'in açıkladığı gibi, kişiler problemi anlamayı denediğinde oluşturulabilecek iki tip temsil vardır. Birincisi, kişilerin objeleri ve ilişkileri kafalarında nasıl hayal ettiklerini yansıtan iç temsildir. Simon and Simon (1978)'a göre iç temsil terimi, beyinde şifrelenmiş, değiştirilmiş ve saklanmış bilgi olarak tanımlanmaktadır. Diğeri ise dış temsildir: kişilerin onu taslak veya diyagramlar çizerek, semboller veya denklemler yazarak yaratıkları temsildir (Reid, and Yang, 2002a). Bodner and Domin (2000), iç temsili problem çözücünün problemin iç bileşenlerini aklında depolama yolu olarak tanımlarken, dış temsili ise bu bilginin fiziksel olarak gösterimi diye tanımlamıştır. Yine başarılı ve başarısız problem çözücüler arasındaki farklardan birinin oluşturulan temsillerin sayısı ve türü olduğu sonucuna varmıştır. Problem çözme görevinde öğrenci performansının, Bodner and Domin (2000)'in iddia ettiği gibi sembolik temsil oluşturma veya diyagram çizme ile gelişeceği olasıdır. Fakat gerçekte çoğu öğrenci, diyagram çizmeyi ya da temsilleri zor bir kimya problemini anlamalarına yardım etmek için nasıl kullanacaklarını bilmeyebilmektedirler. Greenbowe (1983)'un çalışması ise, kavramsal anlama ve problem temsili hakkındaki soruları

artırmıştır. Kavramsal anlamının, etkili temsil becerilerinin gelişmesine olanak sağlayabileceği ve gelişmiş temsil becerilerinin kavramsal anlamaya yardım edebileceği görülmektedir. Stokiyometrik problemler çoğu öğrenci için çok zor olarak tanımlanmaktadır. Bu zorluğun ışığı altında, bu çeşit zor problemleri çözmek için uygun problem temsillerinin kullanımının pratik olduğu görülmektedir. Bu nedenle eğer eğitimciler öğrencilerinin bu zor problemleri çözebilmesini istiyorsa, o zaman problemlere temsil oluşturmalarına yardım etmelidirler. Bu ise görüldüğü gibi kolay olmayabilmektedir (Reid, and Yang, 2002a).

2.13. Uzman ve Acemi Problem Çözücüler

Bir problemle ilgili temel prensipleri ayırt etme yeteneği, uzmanların problem çözmede performanslarını neyin farklı kıldığını göstermektedir (Ardac, 2002). Chi, Feltovich and Glaser (1981)'e göre uzman problem çözücüler, gerekli bilginin bütünleştirilmesi ve gereksiz bilginin elimine edilmesiyle kendi uzmanlık alanlarında, bilindik ve bilindik olmayan problemlerle başa çıkmalarını sağlayacak zengin, düzenli ve tutarlı bilgi temeline sahiptirler. Chi, Glaser and Rees (1982)'in belirttiği gibi acemi problem çözücüler ise birçok tutarsızlık içeren uygun olmayan ve parçalanmış bilgi temeline sahiptirler (Ardac, 2002). Uzman problem çözücü, zengin kavram kümelerine sahip olmakla birlikte, bu kümeler içerisindeki her kavramda diğer birçok kavramla ilişkilidir ve kavramlar arasındaki ilişkiler açıkça anlaşılmış ve kavramlar hiyerarşik olarak düzenlenmiştir. Uzman problem çözücü, özel durumlara hangi prensipleri uygulayacağına dair bilgi deposuna da sahiptirler. Ayrıca kolayca ulaşılabilen denklem, işlem ve süreç depolarına sahiptirler. Her kategori arasındaki bağlantı güçlüdür: problem durumları, birbirlerine güçlüce bağlı olan kavramlara ve denklemlere, işlemlere ve süreçlere sıkıca bağlıdır. Acemi problem çözücünün bilgi yapısı ise uzman problem çözücününkinden farklıdır. Acemi problem çözücü genellikle zayıf kavram kümelerine sahiptirler. Kavramlar arasında uygun olmayan bağlar vardır. Bazı bağlarda eksiktir. Kavram yanlışlarına neden olan uygun olmayan bazı bağlarda güçlüdür. Yine, problemlerin nasıl çözülebileceğine karar verme ile ilgili zayıf bilgi deposuna sahiptirler. Çok sayıda denkleme aşinadırlar fakat bunları sık sık yanlış olarak hatırlamakta ya da onları kullanmak için bakmaya gerek duymaktadırlar. İşlemler ve yöntemler kendilerine öğretilmesine rağmen, onları kullanmakta usta değillerdir.

Bu nedenle onları bildikleri söylenememektedir. Kavramlar ve denklemler, işlemler ve süreçler arasındaki bağlar ya çok azdır ya da hiç yoktur. Yine kavramlar ve problem durumları arasındaki bağlarda zayıftır. Bu nedenle acemi problem çözücü bir problemi analiz edememektedir (Dufresne, Leonard and Gerace, <http://umperg.physics.umass.edu/topics/model>).

Acemi problem çözücüler bilimsel kavramları yorumlamada da zayıftırlar. Kavramsal bilgilerinde tutarsızlıklar ve doğru olmayan birçok bilgi parçası vardır. Acemi problem çözenin, temel kavramsal çatıyla pek ilişkisi olmadığı için, bilgi temelindeki tutarsızlıklar ve yanlış kavramlar gözden kaçırılabilir (Reif, 1987). Elde edilen kanıtlar, kimyayı anlamaksızın kimya problemlerine doğru cevaplar bulmanın olası olduğunu (Nakhleh, 1993; Nakhleh and Mitchell, 1993) ve kimyada sayısal problemleri çözme yeteneğinin moleküler seviyede anlamayı göstermediğini belirtmiştir (Herron and Greenbowe, 1986; Lythcott, 1990). Lythcott (1990), çalışmasında basit kütle kütle problemlerini doğru olarak çözebilen öğrencilerin eksik kimya bilgisine sahip olduğunu göstermiştir. Eksik kimya bilgisine sahip olup problemlere doğru cevap verebilen öğrencilerin çoğu, başarılı yada çok başarılı öğrenciler olarak nitelendirilmektedir. Oysaki kimya öğrencilerinin çoğunun alışkın olmadıkları ya da zor olarak nitelendirilen bir problemle karşılaştıklarında takip edecekleri kurallar dizisi olmaksızın başarılı olamayacakları beklenmektedir. Çalışmanın sonuçları da, doğru problem çözümlerinin kimyanın anlaşıldığını garanti etmediğini göstermiştir.

Acemi problem çözücüler, kavramsal problemlerden çok algoritmik problemleri çözmede daha büyük başarı göstermektedir (Nakhleh, 1993). Çünkü kimya derslerindeki başarı genellikle sayısal problemleri çözme ile değerlendirilmektedir. Sawrey (1990), yaptığı çalışma sonucunda en iyi sayısal problem çözücülerin bile kavram sorularında zorluklar yaşadığını göstermiştir. Nakhleh (1993); Nakhleh, and Mitchell (1993), acemi problem çözücülerin çoğunluğunun kavramsal anlama olmaksızın algoritmalar uyguladıklarını göstermiştir. Yayımlanan raporlar, kavramsal ve algoritmik problemleri çözebilen öğrenciler arasında ayırım yapmakta (Nakhleh and Mitchell, 1993; Pushkin, 1998) ve kimya problemlerini çözmede hem nitel (kavramsal) hem de nicel (algoritmik) düşünme tarzı benimsemeyi teşvik etme yolları önermektedir. Örneğin; öğrencilere her iki

düşünme tarzını göstermeleri için fırsatlar sağlamayı önermektedirler. Öğrencilerden stokiyometrik bir problemi çözerken düşüncelerini anlatmalarını isteme bu önerilerden biri olabilmektedir. Bu öneriler, öğrencilere kendi çözüm yöntemlerinin mantıksal temelini ifade etmeleri ve yansıtmaları için fırsatlar sağlamayı kapsamaktadır (Pushkin, 1998; Duchovic, 1998). Hanson and Wolfskill, (2000), çalışmalarında bu amaçla yeni bir model geliştirmiştir. Bu modelde öğrenciler bir disiplini öğrenmede aktif olarak meşgul olmaktadır. Rehberli keşif, kritik düşünme, problem çözme gibi etkinlikleri ve öğrenilenlerin yansıtılmasını ve performans değerlendirmeyi içeren bir öğrenme ortamında takımlar halinde kendi yönetimlerinde çalışırken gerekli olan becerileri geliştirmektedirler. Bilgi elde etmek ve rehberli keşif yoluyla anlama geliştirmek için takımlar halinde çalışmaktadırlar. Çeşitli görevleri yerine getirmekte ve kritik düşünme sorularına cevap bulmaktadırlar. Bu sorular, öğrencilerin bilgiyi işlemesini, ne anladıklarını birbirlerine açıklamalarını ve birbirleri ile paylaşımlarını, yorum yapmalarını, sonuçlar çıkarmalarını (bilgi oluşturma) gerektirmektedir. Daha sonrada öğrenciler bu bilgilerini analiz, sentez gibi yüksek seviyeli düşünme gerektiren alıştırmalara ve problemlere uygulamaktadırlar. Her takım sonuçlarını sınıfa sunmakta ve nasıl yaptıklarını, nasıl daha iyi yapabileceklerini değerlendirmekte ve ne öğrendiklerini yansıtmakta, en sonunda da yazılı raporlarını sunmaktadırlar.

Uzmanlık ise yalnızca uzun süreli bir çalışma ile oluşturulmaktadır. Uzman problem çözücüler olarak kendi uzmanlığımızı açıkça ifade etmemiz, bunun problem çözme nasıl etkilediği konusunda örnekler vermemiz ve öğrencilere daha etkili problem çözme becerileri elde etmede yardımcı olmamız gerekmektedir. Uzman problem çözücüler, problemin ardındaki temel prensipleri görebilmekte ve çözüme ulaşmak için iyi ilişkilendirilmiş bilgi temellerini kullanabilmektedir. Öğrenciler, uzman problem çözücülerin gerçek problemlerle nasıl uğraştıklarını anladıklarında, bunun kendi problem çözme süreçleri ile ilişkili olduğunu bulabilmektedirler. Böylece de uzman problem çözücülerini çözüme götürmeye rehberlik eden kontrol ve izleme süreçlerini öğrenebilmektedirler (Hollingworth, 2001).

Dufresne, Leonard and Gerace (<http://umperg.physics.umass.edu/topics/model>) ise, uzman ve acemi problem çözücüler arasındaki önemli farkları aşağıdaki gibi sıralamışlardır:

1. Acemi problem çözücüler, kavram yanılgılarına yol açan zayıf kavram kümelerine sahiptirler. Uzman problem çözücüler ise, gelişmiş problem çözme becerisine götüren zengin kavram kümelerine, problem durumlarına, denklemlere, yöntemlere ve işlemlere sahiptirler.
2. Acemi problem çözücüler, özel bir problemi çözmek için bir çözüm yolu bulurken, uzman problem çözücüler, birden fazla çözüm yolu bulabilmektedirler. Bu nedenle uzman problem çözücüler, oluşan tutarsızlıkları çözmeye çalışmakta ve cevapları kontrol etmektedirler. Acemi problem çözücüler ise tutarsızlıkların var olduğundan habersizdirler ve cevaplarını kontrol etmemektedirler.
3. Acemi problem çözücüler, probleme çözüm bulmak için nadiren kavrama dayalı stratejileri kullanmaktadırlar. Uzman problem çözücüler ise çözüm yolu üretmek için kavramları ve analogileri kullanmakta ve doğru cevabı elde etmek için bir strateji planlamaktadırlar.
4. Acemi problem çözücüler, doğru cevabı elde etmede sık sık başarısızlıklara uğramakta ve doğru cevabı elde ettiklerinde de bunun nedeni yanlış olabilmektedir. Nedeni yanlış olan doğru cevabı elde ettiklerinde de kavram yanılgıları güçlenmekte ve bunların üstesinden gelmek daha da zorlaşmaktadır. Uzman problem çözücüler ise, doğru cevaba ulaşmakta ve cevabın neden doğru olduğunu açıklayabilmektedirler

Acemi problem çözücülerin kavrama dayalı problem çözme yaklaşımı geliştirmesinde onlara yararlı olabilecek birçok bilişsel süreç vardır. Bunlar 3 kategoriye ayrılabilir: Analiz Süreci, Mantıklı Düşünme Süreci ve Meta-Bilişsel Süreç.

2.13.1. Analiz Süreci

1. Problem analizi: problemin temsilini oluşturma,
2. Kavramsal analiz: bir strateji oluşturmak için kavramları kullanma,
3. Stratejik analiz: problem durumu ile ilgili prensipleri ayırt etme,
4. Temsili analiz: problemin farklı (gösterimlerini) temsillerini keşfetme,

5. Kompleks analiz: kompleks bir durumu daha basit durumlara ayırıştırma

2.13.2. Mantıklı Düşünme Süreci

1. Karşılaştırma: durumların veya şartların benzer ya da farklı olup olmadıklarını ayırt etme,
2. Yorum yapma
3. Özel ve sınırlı durumlar: uç veya bilinen şartları keşfetme,
4. Genelleme: bir durumun ya da ortamın çarpıcı özelliklerini tanıma.

2.13.3. Meta-Bilişsel Süreç

1. Düşünce/yansıma: amacın, hedeflerin yeniden gözden geçirilmesi,
2. Meta-iletişim: eğitimciler ve diğer öğrenciler arasında iletişim bağları oluşturmaya ve öğrenmenin amaçlarına karar vermeye bilinçli bir katılım sağlama,
3. Kendi kendini değerlendirme: kendi performansını değerlendirme veya bir problemi çözerken karşılaşılabilecek zorlukların nedenlerini ayırt etme

Bu yararlı bilişsel süreçlerin gelişmesine yardımcı olabilecek öğrenme etkinliklerinden ya da deneyimlerinden bazıları ise aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Birçok çözüm üretme: Öğrenciler geçerli birçok çözüm yolu üretmedikçe etkili problem çözme yaklaşımı gerçekleştirilememektedir. Öğrenciler problemleri birden çok yolla çözerek kendi stratejik bilgi elementlerine öncelik tanımayı öğrenmektedirler.
2. Karşılaştırma: Bilgiyi yapılandırma sürecinin temeli, bilgi elementlerini sınıflandırma ve bu elementler arasındaki ilişkidir. Karşılaştırmalar, öğrencileri kategorilere ve ilişkilere duyarlı hale getirmekte ve öğrencilerin bilgi depolarını organize etmeleri için gerekli olan ayrımları ve özellikleri algılamasına yardımcı olmaktadır.
3. Kategorize etme ve sınıflandırma: öğrenciler karşılaştırmalarla ve zıtlıklarla paralel olarak kategorilerin ve sınıflandırma sistemlerinin farkında olmak zorundadır. Öğrencilerden maddeleri sınıflandırmaları, kategoriler için isimler seçmeleri ve sistemlerini açıklamaları istenerek, onların kendi bilgi depolarını yeniden yapılandırmalarına yardımcı olunabilmektedir.

4. Tahmin etme ve gösterme: Dikkatli seçilen demonstrasyonlar ve deneyler öğrencilerin modellerindeki tutarsızlıklara dikkat çekmek için kullanılabilir. Öğrencilere donanım ya da deney araç gereçleri gösterilebilmekte ve onlardan bir şey yapıldığında nelerin olabileceğini tahmin etmeleri istenebilmektedir. Öğrenciler önceden tahmin yürüterek kendi modellerinden haberdar olmaktadır. Modelleri başarısızlığa uğradığında, değişik fikirleri hesaba katmaları gerekmektedir. Öğrencilerden kendi modellerini kullanmalarını isteme ve kendi modellerinin neden yetersiz ve tutarsız olduğunu onlara gösterme, onları daha iyi modeller yaratmaya hazırlamaktadır.
5. Açıklama (özet yapma tanımlama, tartışma vb.): Öğrencilerden bir problemi nasıl çözeceklerini açıklamalarını isteme, onların kavram yanılgılarını ve yanlış anlamalarını açığa çıkarmakta ve kendi bilgi depolarını tanımlarına yardımcı olmaktadır. Öğrenciler gördükleri hakkında düşündüklerini (örneğin tahmin ve gösterme sırasında) açıklamalı ve tartışmalıdır. Böylece eğitimci öğrencilerin modelleri ile etkileşimde bulunabilmektedir. Daha da ileriye, açıklama (özet yapma tanımlama, tartışma vb.), öğrencilerin hem arkadaşlarının hem de kendilerinin modellerinden haberdar olmalarına yardımcı olmaktadır.
6. Planlama, doğrulama ve strateji oluşturma: Öğrencilerden problemleri nasıl çözeceklerini planlamaları istenmelidir. Öğrenciler, herhangi bir problem durumu için hangi kavramların ilgili, hangilerinin ilgisiz olduğunu nasıl belirleyeceklerini ve ilgili kavramları problemi çözmek için nasıl uygulayacaklarını öğrenmelidir. Öğrencilerin kendi stratejilerini üretmeleri, onların problemleri çözmek için kavramların nasıl kullanılacağını öğrenmelerine yardımcı olmaktadır.

2.14. Problem Çözmenin Değerlendirilmesi

Problem çözme geleneksel olarak anketlerle, raporlarla, mülakatlarla veya doğal gözlemlerle değerlendirilmektedir. Fakat bu değerlendirme yöntemleri, problem çözme sürecinin önemini ortaya koyamamaktadır (Chung et al., 1999). Son zamanlarda, bilgisayar teknolojisinin ortaya çıkmasıyla, araştırmacılar, problem çözme becerilerini değerlendirmek için bir değerlendirme aracı olarak bilgisayar

simülasyonlarını kullanmışlardır. Chung et al. (1999), bilgi haritalarını kullanarak işbirlikçi süreçleri ve bu süreçlerin öğrenmeye olan etkilerini incelerken, Schacter et al. (1999), bireysel problem çözme süreçlerini incelemiştir. Bilgi haritası oluşturma ile problem çözme stratejilerini değerlendirmek için, Schacter et al. (1999), öğrencilerin geri dönüt yoluyla bilgi haritaları geliştirdikleri ve bilgi elde etmek için araştırma yapacakları bir İnternet Web alanını oluşturmuşlardır. Hsieh and O'Neil (2002) ise çalışmalarında bilgisayar tabanlı bilgi haritası yoluyla işbirlikçi problem çözme süreçlerini ve bu süreçlerin sonuçlarını, problem çözme stratejilerini aynı İnternet web alanını kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, bilgisayar tabanlı değerlendirmenin işbirlikçi problem çözmede etkili olduğunu göstermiştir. Hem grup üyeleri arasındaki işbirliği hem de öğrencilerin problem çözmedeki düşünme süreçleri, kullanılan bilgisayar yazılımı ile etkili ve verimli bir şekilde değerlendirilmiştir. Schacter et al. (1999), öğrencilerin daha derin anlamalarını test etmek ve onların düşünme süreçleri hakkında hem kendilerine hem de öğretmenlere bilgi vermek amacıyla, problem çözme değerlendirilmede, bilgisayar tabanlı performans değerlendirmeyi kullanmışlardır. Öğrencilere hem performansları hem de hangi düşünme süreçlerinin performanslarına katkıda bulunduğu hakkında bildirimde bulunmuşlardır. Ayrıca her öğrencinin bireysel performansı hakkında öğretmenlere de bilgi sağlanmıştır. Yine Herl et al. (1999), çalışmalarında içeriği anlamayı, problem çözme ve işbirliğini içeren üç öğrenme alanını ölçmek için bilgisayar tabanlı bilgi haritalarını kullanmışlardır.

O'Neil (1999), problem çözme 3 yönden ele alarak tanımlamıştır: içeriği anlama, problem çözme stratejileri ve öz-kontrol. İçeriği anlama, kavramlar ve kavramlar arasındaki ilişkileri içeren bilgi haritaları kullanılarak ölçülebilmektedir. Öz-kontrol ise, üst bilişsel beceriyi ve motivasyonu içermektedir. O'Neil and Herl (1998), üstbiliş beceriyi, planlama ve kendi kendini kontrol etme, motivasyonu da, kendi kendine yetkinlik ve çaba olarak incelemeyi önermiştir. Bu 4 bileşende, problem çözmedeki öz-kontrol ölçümünü oluşturmaktadır. Planlama ilk adımdır. Çünkü bir kimsenin bir hedefi ve bu hedefi başarmak için de bir planı olmak zorundadır, Kendi kendini izleme ya da kendi kendini kontrol etmede hedefi başarmada gerekli olan süreçleri izlemek için önemli bir mekanizma olarak kabul edilmektedir. Bandura (1997), kendi kendine yetkinliği, bir kişinin özel bir görevi başarma

yeteneğine olan güveni ve birinin bir görev üzerinde çalışma çabası olarak tanımlamaktadır. O'Neil and Abedi (1996); O'Neil and Herl (1998)'e göre bu 4 bileşeni içeren öz-kontrolde anketlerle ölçülebilmektedir. Problem çözme stratejilerinin değerlendirilmesi ise, içeriği anlamayı ya da öz-kontrolü değerlendirmeden daha zordur (O'Neil, Chuang, Chung, 2003). O'Neil (1999)'e göre, problem çözme stratejileri alandan bağımsız ya da alana bağımlıdır. Alandan bağımsız stratejiler (örneğin, bilgisayar destekli araştırma stratejileri), birkaç konu alanına özgü iken, alana bağımlı stratejiler bir konu alanına özgüdür. Bir çalışmada, Schacter et al. (1999), bireysel problem çözme stratejilerini ölçmek için, CRESST (US National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing) tarafından oluşturulan Internet web alanını kullanmışlar ve katılımcıların içeriği anlama puanlarının bu web alanına ulaşmayla anlamlı olarak arttığını bulmuşlardır. Öğrenciler bilgi haritası oluşturmak için bu web alanını kullanmıştır. Gözden geçirme, araştırma yapma ve geri dönüt elde etme gibi beceriler, öğrencilerin bilgi haritası son testinde bilgi haritası oluşturma performansını anlamlı bir şekilde artırmıştır.

Winkel (2000)'a göre ise, öğretmenler, öğrencilerin problem çözme becerilerini, iyi yapılandırılmamış kompleks problemleri çözmeyi içeren öğrenci etkinliklerini gözlemleyerek değerlendirebilir. Gerçekte, böyle problemler çözülürken öğrencilerin karar verme, yaratıcılık, keşfetme, esneklik, tolerans, iletişim, takım ve grup olarak kendi kendini değerlendirme becerilerini değerlendirme fırsatına sahip olunmaktadır. Dinlemede, öğretmenler için sınıfta dolaşırken ve öğrenci gruplarından gelen yardım çağrılarına cevap vermede çok değerli bir değerlendirme aracıdır. Bu yolla, ilk olarak, öğrencilerin çözüm stratejileri oluşturma becerileri görülebilmektedir. Bu ortamdaki iyi bir değerlendirme aracı, öğrencilerin gruplarda problem çözme süreçlerini açıkladığı günlükler olabilmektedir. Öğrencilerin yazdığı bu günlükler, hem işleyen hem de işlemeyen problem çözme stratejilerini içermekte ve öğrencilerin problem çözme stratejilerinin durumunu ve öğrencilerin problem çözme sürecinde nasıl ilerlediğini göstermektedir.

2.15. Problem Çözmeye Karşı Olumsuz Tutumlar

Öğrenciler alışılmadık bir problemle karşılaştıkları zaman, çözüm için şekil çizme, problemi parçalara ayırma, benzer basit problemlerden yararlanma, çözümü kontrol etme bakımından eksik görünmektedirler. Bir problemle karşılaştıklarında probleme bir göz atıp, verilen sayılara gerekli işlemleri çabucak uygulayıp sonuca gitme eğilimi göstermektedirler. Ayrıca problem çözmeye karşı da bazı olumsuz tutum ve inançlar geliştirmişlerdir. Bu olumsuz tutum ve inançlar arasında, sıradan öğrencilerin kendi kendilerine problem çözemeyecekleri, her problemin yalnız bir doğru cevabı olduğu, her problemin tek bir doğru çözüm yolu olduğu gibi düşünceler sayılabilmektedir. Bu durum, hem dünyanın birçok yerinde hem de ülkemizde böyledir. Ülkemizde, okullarda kazandırılmaya çalışılan problem çözme yeteneğinin geliştirilmesinde yukarıda sıralanan yetersizlikler açıkça gözlenmektedir (Altun, 1995), (Altun ve Arslan, 2006). Fakat bu yetersizliklerin oluşmasında öğretim biçiminin de payı vardır. Özellikle öğretimde kullanılan problemler problem çözmede önemli bir yer tutmaktadır. Fakat okullarda öğrenciler çoğunlukla kolayca çözülebilen sıradan problemlerle karşılaşmaktadırlar. Oysaki bu tür problemler günlük hayatta karşılaşılan problemlerden oldukça farklıdır. Öğrencilerin üzerinde kafa yoracağı, hayattaki bir olaya açıklık getiren veya gerçek anlamda modellik edebilecek problemlerin sayısı oldukça azdır. Yine, problem çözme öğretiminde kullanılan yöntem ve sınıf kültürü de problem çözmede önemlidir. Öğretim uygulamalarında öğretmenler genellikle örnek problem çözümleri yapmakta ve problemleri çözmede kullandıkları yol ve yöntemleri öğretmektedirler. Böylece öğrencilerde ezberlenmiş kurallar, açıklaması olmayan mekanik çözüm önerileri gibi istenmeyen davranışlar ortaya çıkmaktadır. Öğrencilerin özgün girişimde bulunmalarına, birbirleriyle tartışmak suretiyle kendi düşüncelerini harekete geçirmelerine imkan verilmemektedir. Öğrenciler problemin çözümü üzerinde düşünme, çözümü değerlendirme, ne yaptığının farkında olma, benzer bir problemle karşılaştığında onu nasıl çözeceğine karar verme gibi fırsatlardan yoksun olarak yetişmektedirler (Altun ve Arslan, 2006).

2.16. Problemler ve Alıştırmalar

Farklı türde problemler vardır: tek cevabı olan kapalı problemler; birden fazla cevabı olan ve verilerin sağlanmadığı açık problemler; kâğıt kalem ya da bilgisayar

kullanımıyla çözülebilecek problemler; çözümünü için deney yapılmasını gerektiren problemler ve gerçek yaşam problemleri (Tsaparlis, 2005). Bir problemin tanımlanması, o problemi kimin çözdüğüne bağlıdır. Problem çözücünün uzmanlık seviyesi, bir sorunun bir alıştırma mı ya da gerçek bir problem mi olduğunu belirlemektedir. Çeşitli araştırmacılar tarafından farklı problem tanımları yapılmıştır. Hayes (1980)'e göre, şu an nerde olduğunuz ve nerede olmak istediğiniz arasında her ne zaman bir boşluk varsa ve bu boşluğu geçme yolunu bilmiyorsanız, o zaman bir probleminiz vardır. Bu tanım, alıştırmalar ve problemler arasındaki ayrımı belirlemektedir. Bu tanıma göre, eğer bir soruyu okuduğunuzda ne yapacağınızı biliyorsanız, bu bir problem değil, bir alıştırmadır (Bodner, 1987). Alıştırmalarda, algoritmalarla (yalnızca iyi bilinen ve denenilen) ya da çoğunlukla gelişmiş bir mantıkla çözülebilmektedir. Alıştırmaların çözümü için gerekli olan yetenekler, düşük seviyeli bilişsel yeteneklerdir (LOCS) (Tsaparlis, 2005). Tersine, alışılmadık problemler ise, çözümünü için periyodik ve yansıtıcı bir yaklaşımı (Hollingworth, 2001) ve problem çözücünün yüksek seviyeli bilişsel yetenekleri (HOCS) kullanmasını gerektirmektedir (Zoller and Tsaparlis, 1997). Çünkü problem çözme becerisi de yüksek seviyeli bilişsel bir beceridir. Yine de, Niaz (1995)'a göre, bir sorunun gerçek bir problem mi yoksa bir alıştırma mı olduğu öğrencinin geçmişine ve yapılan öğretime bağlıdır (Tsaparlis, 2005). Bu yüzden bir problem, bazı öğrenciler için farklı bir içerikte HOCS gerektirirken, bazı öğrenciler için LOCS gerektirmektedir. Kimya öğretimindeki LOCS soruları ve sınav içeriği, bilginin hatırlanmasını ya da bilginin veya teorinin bilindik durumlara basitçe uygulanmasını gerektiren bilgi sorularıdır ve algoritmik yöntemlerle çözülebilmektedir (Zoller et al., 1995). Algoritmik sorularda (ALG), çözümünü için ezberlenmiş yöntemlerin uygulanmasını gerektiren sorulardır. Bu sorular, cevapları anlamayı gerektirmediği için LOCS sorularının alt kümesini ya da ayrı bir kategori oluşturmaktadır. HOCS soruları ise, öğrencilere tanıdık olmayan, çözümünü için bilgiye ek olarak uygulama, analiz ve sentez gibi yetenekleri, bağlantılar oluşturmayı ve değerlendirici düşünmeyi gerektirmektedir. Bu da, bilinen teorilerin ve HOCS'un bilinmeyen durumlara uygulanmasını içerebilmektedir (Zoller and Tsaparlis, 1997). HOCS, bilgiyi hatırlama, bilginin ya da ezberlenmiş algoritmaların bilindik durumlara uygulanması ve sırasıyla alıştırma çözme gibi LOCS kapasitelerinden ayrılmalıdır (Zoller et al., 1995).

Diğer yandan bir algoritmanın kullanımı hiçbir zaman bir problemi çözmek için yeterli değildir. Bir problem çözücü, hangi algoritmanın yararlı olabileceğini ayırt etmeye başlamadan önce, problemi bilindik formlara dönüştürmek zorundadır. Fakat alıştırma ve problemler arasındaki farkı bilmeyen öğrenciler, algoritmaları kullanmada daha isteklidir. Örneğin, öğrencilerin aşağıdaki problemi çözmesi istendiğinde;

“ XF_2^- moleküler iyonunun merkez atomunun etrafında 3 eşleşmemiş elektron çifti vardır. X’i çevreleyen bağ açısı kaçtır?,

çoğu öğrenci bunu hemen bir molekül geometrisi problemi olarak sınıflandırmaktadır. Oysaki problem çözücüler, problemin kritik özelliğine (merkez atomun çevresindeki 5 çift elektron) odaklanmakta, yapıyı gözünde canlandırmakta ve yapıdan bağ açısını belirlemektedir. Alıştırma çözücüler ise, çözüm sürecinde yanlışlar yapmaktadır. Bazı öğrenciler bu problemi çözmeden önce bir Lewis yapısı çizmeleri gerektiğine inanmaktadır. Gereksiz bir adım olsa bile X’in grubunu belirleyemediklerinde de durmaktadır. Bazı öğrenciler ise, yapıyı gözünde canlandırma yerine, yalnızca yapının adını hatırlamaktadır. Sonuç olarak, öğrencilerin çoğu, isim ile doğru bağ açısını ilişkilendirememektedir. Bu örnekten görüldüğü gibi, algoritmalar mutlaka kötü değildir. Başarılı problem çözücüler neyi yapmaya ihtiyaçları olduğuna karar verdikten sonra algoritmaları kullanmaktadırlar. Benzer çözümleri problemlerine uydurmak için değiştirmektedirler. Başarısız problem çözücüler ise, problem için önceki problem çözümlerini eşleştirmeyi denemekte ve kullandıkları algoritmaları değiştirmemektedirler (Frank, Baker and Herron, 1987).

2.17. İyi Bir Problem İçin Geçerli Olan Ölçütler

Winkel (2000), iyi bir problem için geçerli olan ölçütleri şöyle sıralamıştır:

1. Problem öğrenciyi meşgul etmelidir.
2. Problem durumu ilginç olmalı ve mümkünse gerçek bir uygulamayı içermelidir.
3. Problemin çözümü için açık bir girişim olmamalıdır. Problem, çözümü için farklı yaklaşımların kullanımına olanak sağlamalıdır. Problemin karmaşıklığı çözüm için olası birçok stratejinin kullanımına olanak sağlamalıdır.

4. Problem, basit bir algoritmik bilgi içeren rutin bölüm sonu bir problem olmamalıdır.
5. Problem, eğitmen için birçok hedef içermelidir.
6. Problem teknoloji kullanımına olanak sağlamalıdır.
7. Bu problem niçin dikkate değerdir? Bu problem öğrencilerin zamanına değer midir? gibi sorulara memnun edici cevaplar alınmalıdır.

2.18. Problemlerin Sınıflandırılması

Johnstone (1993), problemleri, verilen veriler, kullanılacak yöntem ve ulaşılabilecek hedef bakımından sınıflandırmıştır. Bunların tümü bilindiği zaman, problem artık verileri kullanarak istenen hedefe ulaşmada bilinen bir yöntemin rutin uygulamasıdır. Yani algoritmik bir alıştırma değildir. Diğer yandan, bunlardan hiçbirini bilinmediğinde (veri, yöntem ve hedef), problem, açık bir problemdir. Bu 3 değişkene göre Johnstone, 8 problem tipini ayırt etmiştir. Çizelge 2.3'te bu problem tipleri gösterilmektedir.

Çizelge 2.3. Problem tipleri

Tip	Veri	Metotlar	Sonuçlar Amaçlar	Yetenekler
1	Verilmiş	Alışılmış	Verilmiş	Algoritmaları (işlemsel süreç) hatırlama
2	Verilmiş	Yabancı	Verilmiş	Bilinen metotlara paralellik arama
3	Eksik	Alışılmış	Verilmiş	Hangi bilginin daha fazla gerektiğine karar vermek için problem analizi yapma
4	Eksik	Yabancı	Verilmiş	Olası metotları inceleme ve daha sonrada gerekli olan verileri belirleme
5	Verilmiş	Alışılmış	Açık	Uygun amaçlar hakkında karar verme. Bilgi ağlarını keşfetme.
6	Verilmiş	Yabancı	Açık	Uygun metot seçenekleri ve amaçlar hakkında karar verme. Bilgi ve teknik ağları keşfetme.
7	Eksik	Alışılmış	Açık	Amaçlar öğrenciler tarafından belirlendiğinde, bu verilerin eksik olduğu görülmektedir.
8	Eksik	Yabancı	Açık	Yukarıdaki yeteneklerin tümü.

1. ve 2. tipteki problemler genellikle ders kitaplarında karşılaşılan normal problemlerdir. 1. tipteki problemler alıştırmalar olarak adlandırılmaktadır. 3. ve 4. tipteki problemler daha karmaşıktır. 5. 6. 7. ve 8. tip problemler açık amaçları olan problemlerdir. 8. tip problemler ise gerçek yaşam problemlerine en yakın olan problemlerdir (Reid and Yang, 2002b). Genellikle eğitim durumlarında karşılaşılan problemler için, başlangıçta hedefe doğru olan yol bilinmemektedir. Fakat hedef ayırt edilmektedir: “hacmi bulun?”, “ne kadar...?”. Bu tarz bazı problemler, öğrencilerin öğrendiği algoritmalara indirgenebilmektedir. Problemin üstesinden gelme yöntemini hatırlayan öğrenci içinde bir problem kalmamaktadır. Buna rağmen gerçek yaşamdaki problemler, algoritma kullanımına uygun olmayan ve çözümleri için etraflıca düşünmeyi gerektiren problemlerdir. Bu problemleri çözme başarısı için gerekli olan kriter de, kapalı problemlerdekinden çok farklıdır (Wood, 2006). Reid and Yang (2002b)’a göre akademik durumlardaki problemler hala daha kapalı olma eğilimindedir. Sınavlarda kaçınılmaz bir şekilde problemlerin algoritmik yapıda olduğunu yansıtmaktadır. Halbuki Fraser (1992) ise, üniversite derslerinde kullanılan problemlerin, meydan okuyucu ve gerçek problemler olmasını, kimya literatüründen seçilmesini, öğrenciler gerekli bilgiye ve mantıklı düşünmeye sahip olsa bile, çözümlerin onlara açık olmaması gerektiğini ileri sürmüştür (Tsaparlis, 2005).

2.19. İyi Yapılandırılmış ve İyi Yapılandırılmamış Problemler

Glover et al. (1990), gerçek dünya problemlerinin çoğunun iyi yapılandırılmamış problemler olduğunu iddia etmektedirler. Bu problemler, açık uçlu ve çok düzeylidir ve nadiren tek çözümlüdür. Öğitmenler ve okullar, öğrencilerin bu çeşit iyi yapılandırılmamış ve açık uçlu problemler ile uğraşmada ve günlük problemleri çözmede fen bilimini kullanmayı öğrenmeleri için onlara fırsat sağlamalıdır. Gerçekte, eğer eğitimin amacı, öğrencileri yaşam için hazırlamaksa, o zaman problem çözme becerisi önemsenmelidir. Oysaki gerçek yaşam problemlerinin tersine, okullarda sunulan problemlerin çoğu iyi yapılandırılmış olma eğilimindedir. Açık uçlu değildir ve tek bir doğru cevaba odaklanmaktadır. Kahney (1986), iyi yapılandırılmış ve iyi yapılandırılmamış problemler arasındaki ayrımı, nasıl iyi yapılandırıldıkları bakımından analiz etmiştir. Kapalı problemler, tek bir çözüme sahip iken, açık uçlu problemler birçok çözüme sahiptir. Açık uçlu bir problem,

çözüm için mevcut olan metotların açıklığı bakımındanda yapılandırılabilir (Reid and Yang, 2002a). Ashmore et al., (1979) ise, kimyasal problemleri, istenen çözümün yapısı ve kullanılan bilgi kaynakları bakımından sınıflandırmıştır. Onların görüşüne göre, bir problem durumu, kimyasal bulmacalardan (tek bir cevabı vardır ve bilgi problem ifadesinde verilmektedir) yüksek seviyeli araştırma çalışmalarına (cevap tek olmayabilir ve bilgi gözlem ve deney yapma ile elde edilebilir) kadar uzanmaktadır.

2.20. Kavramsal Problemler ve Kavramsal Anlama

Kavramsal problemler, öğrencilere öğretilmeyen kimyasal bir durumu sunmaktadır. Öğrencilerin seçimlerini savunmalarını, daha sonra ne olacağını tahmin etmelerini, olanların nedenlerini ve nasıl olduğunu açıklamalarını, bir yada daha fazla alanı yada konuyu birleştirmelerini, alışılmamış bir yolda ifade edilen soruları tanımalarını, fazla bilgiden yararlı olan bilgileri seçip çıkarmalarını, cevap sentezlemelerini ve cevaba ulaşmak için gerekli olan matematiksel araçları seçmeleri için problemi değerlendirmelerini gerektirmektedir (Robinson and Nurrenbern, 2006). Kavramsal problemler birçok formda ve tipte olabilmektedir. Robinson and Nurrenbern (2006), 6 çeşit kavramsal problem öne sürmüştür: 1) ilk kısımda öğrencilerden ne olacağını, ikinci kısımda sebebi soran soru çiftini içeren sıralı çoktan seçmeli problemler, 2) kimyasal durumları atomik yada moleküler seviyede daireler yada küreler kullanarak farklı renklerde yada büyüklüklerde gösteren tipteki problemler, 3) öğrencilerin deneysel bir durumda ne olduğunu açıklamaları yada tahmin etmeleri için grafikleri, tabloları yada diğer verileri kullanmalarını gerektiren laboratuvar problemleri, 4) öğrencilerden gözlenmiş bir demonstrasyonu, videoyu yada simülasyonu içeren sorulara cevap vermelerini isteyen demonstrasyon problemleri, 5) bir analogiyi tamamlamaya dayanan analogi problemleri, 6) öğrencilerden seriyi en iyi tamamlayan maddeyi seçmelerini isteyen seri tamamlama problemleri. Ayrıca kavramsal problemler, öğrenme sürecinin farklı aşamalarında, öğrencilerin bilgilerini değerlendirmeye ek olarak sınıfta fırsat oldukça kullanılabilir.

Kavramsal problemler, öğrencilerin daha derin öğrenme deneyimi elde etmelerinde onlara yardımcı olabilen, onların anlamalarını ve öğrendiklerini yeni durumlara uygulama yeteneklerini geliştiren, kritik düşünme becerilerini artıran ve

fen bilimine ve öğrenmeye karşı ilgilerini artıran araçlardır. Ayrıca, kavramsal problemler, değerlendirmeyi “Öğrenci neyi hatırlıyor?”, “Öğrenci neyi yapabilir?” veya “Öğrenci neyi anlıyor?”un ötesine götürmektedir. Ayrıca kavramsal problemler öğrencilerin kavram yanılgılarını teşhis etmek içinde bir yoldur (Robinson and Nurrenbern, 2006).

Kavramsal anlama da, kavramsal problemleri çözmek için gereklidir (Nakhleh, 1993). Kavramsal anlamayı gösteren kavramsal bir problemi çözme yeteneği literatürde önemli bir yer tutmaktadır. Öğrenciler çoğunlukla ezberlenmiş algoritmaları kullanarak sayısal problemleri başarılı bir şekilde çözmektedirler. Bu da, sayısal problem çözme yöntemleri yerine kavramsal bilgiye odaklanan çalışmaların nedenleridir. Daha önceki araştırmalar, maddenin tanecikli yapısı (Gabel, Samuel and Hunn, 1987), gaz yasaları, stokiyometri (Nurrenbern and Pickering, 1987; Sawrey, 1990) ve yoğunluk gibi konulara ve deneysel formüllere (Nakhleh, 1993) odaklanmıştır. Bu çalışmaların hepsi, öğrencilerin kavramsal bilgilerinin onların algoritmik problem çözme becerilerine göre daha yavaş ilerlediğini bulmuştur. Gabel, Samuel and Hunn (1987) çalışmalarında, bir problemi doğru olarak çözebilmek için problemde içerilen kavramların anlaşılmasını ve bu kavramların yönlendirme olmaksızın hatırlanmasını belirtmişlerdir. Problemin, problemde ne verildiği ve ne istendiği bakımından bir ön tanımlanmasından sonra, problem çözücünün düşünce çerçevesine göre yeniden tanımlanması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

2.21. Problem Çözmenin Öğrenme Ürünleri

2.21.1. Problem çözme becerisi

Problem çözme becerisi, bireyin birey olma ve çevresiyle baş etme sürecindeki rollerinden birisidir (Güçlü, 2003). Senemoğlu (1997)'a göre, problem çözme becerisi bireylerin yaşadığı çevreye etkin bir şekilde uyum sağlamasına yardım etmektedir. Bu nedenle tüm insanların yaşadıkları çevreye uyum sağlayabilmeleri için problem çözmeyi öğrenmeleri gerekmektedir (Mertoğlu ve Öztuna, 2004). İnsanlığın gelişimi ve refahı da bu yeteneğin geliştirilmesine bağlıdır. Çünkü insanoğlu çevresiyle ve sorunlarıyla kendi gücüyle yani kendi problem çözme gücü çerçevesinde baş etmek zorundadır. Bunun oluşmasında da kişinin problemleriyle

etkili bir biçimde baş etme konusunda kendini değerlendirmesi son derece önemli rol oynamaktadır. Öyle ki, problem çözmede olumlu benlik algısına sahip olan kişiler, gerçek problem çözme becerisinde de çok daha başarılı olabilmektedir. Çünkü “ben problemlerimle baş edebilirim, bu problemler başa çıkılamayacak kadar korkutucu şeyler değil, bunlarla baş edebilmek büyük ölçüde bana bağlı” gibi düşünceler içinde problemlerine eğilen, akılcı bir bakış açısıyla yaklaşan kişinin, sırf bu yaklaşımı bile, daha sağlıklı düşünebilmesini ve etkili çözümleri bulabilmesini sağlayıcı olabilmektedir (Güçlü, 2003). Heppner, Baumgardner and Jakson (1985)’a göre problemlerini etkili bir biçimde çözemeyen bireylerin ise, etkili problem çözme becerisine sahip olan bireylere göre, daha fazla kaygılı ve güvensiz oldukları, başkalarının beklentilerini anlamada yetersiz kaldıkları ve daha fazla duygusal problemleri olduğu ortaya çıkmıştır (Güçlü, 2003).

Watts (1991), problem çözme becerilerini aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır. Bu beceriler Çizelge 2.4’te verilmektedir.

Çizelge 2.4. Problem çözme becerileri

Yeterlilikler	Yeterlilik Özellikleri
1. Keşif Yeterlilikleri	Problemi ayırt edip tanımlama Problemin belirgin niteliklerini görme Çözüm yolları üretme Çözümü sınama Sonuç çıkarma
2. Hayal Yeterlilikleri	Kendini başka yerde, zamanda ve rolde görebilme Deneyimler sonunda hayalleri yeniden düzenleme
3. Gözlem Yeterlilikleri	Gözlenen varlık ve olayların renk, şekil, büyüklük, dağılım vb. gibi niteliklerini görme Doğru ve duyarlı gözlem yapma Gözlem verilerini kaydetme, sınıflama, sıralama Gözlemleri yorumlama
4. İnceleme ve Düzenleme Yeterlilikleri	Bilgi bulma ve toplama Bilgileri sınıflama Bilgileri yorumlayıp kanıtları değerlendirme Zamanı iyi kullanma

Çizelge 2.4. devam ediyor.

5. Sayısal Yeterlilikler	Tahmin etme, kestirme Ölçme Sayısal ilişkileri kavrama Şekilleri ve yapıları kavrama Sayısal işlemleri yapabilme
6. Pratik yeterlilikler	El becerileri Araç kullanma becerileri
7. İletişim Yeterlilikleri	Sözlü ifadeyi, yazılı metinleri, grafik ve diğer sembolik dokümanları doğru anlama Yanlış anlaşılmaya yer bırakmadan sözlü, yazılı ve diğer sembolik yollarla düşündüğünü açıklama
8. Sosyal Yeterlilikler	Başkalarıyla iletişim kurma Başkalarıyla ortak çalışma Fikirleri çeşitli şekillerde ifade etme

Farklı araştırmacılar (D’Zurilla and Nezu, 1990; Nezu et al., 1989) ise, problem çözme becerilerinin 4 aşamadan oluştuğunu ileri sürmüştür. Bu aşamalar aşağıdaki gibidir;

1. Problemi tanıma ve formülleştirme: Problemlle ilgili gerçek bilgileri elde etme, problemin doğasını anlama ve problemi çözmek için plan yapma,
2. En iyi çözümü bulabilmek için alternatif çözümler oluşturma,
3. Karar alma, farklı alternatifleri karşılaştırarak problem için en iyi çözümü seçme,
4. Çözümün uygulanması ve doğrulanması: Problemi değiştirme ve daha iyi hale getirme.

Koberg and Bagnal (1981), problem çözme becerisine sahip olan kişilerin özelliklerini aşağıdaki gibi sıralamışlardır;

1. Yenilikçidir,
2. Tercih ve kararlarını açıkça belirtir,
3. Sorumluluk duygusuna sahiptir,
4. Esnek düşünür,
5. Cesaretli ve maceracıdır,
6. Farklı fikirler ortaya koyar,

7. Kendine güvenir,
8. İlgil alanları geniştir,
9. Mantıklıdır ve nesnel davranır,
10. Rahat ve duygusaldır,
11. Etkin ve enerji doludur,
12. Yaratıcı ve üreticidir,
13. Eleştirel bir yapıya sahiptir (Güçlü, 2003).

Öğrencilere problem çözme becerileri kazandırmak problem çözme öğretiminde önemli bir yer tutmaktadır. Middlecamp and Kean (1987), öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirebilmek için, onlara problemin tipini belirlemeye ve belirledikleri problem tipine uygun strateji seçmeye yönelik düşünmeyi öğretmek gerektiğini savunmaktadırlar. Fakat bu becerileri kazandırmak kadar, onların bu becerilere hangi düzeyde sahip olduklarını belirlemekte önemlidir. Çünkü problem çözme becerilerinin değerlendirilmesi ile hem öğrencilerin bilgileri hakkında fikir sahibi olunmakta hem de öğretim programlarına yön verecek bilgiler elde edilmektedir (Karataş, 2002), (Karataş ve Güven, 2003). Problem çözme becerisi sadece bir derste değerlendirilebilecek bir beceri olmadığından, bu beceriyi değerlendirmek uzun zaman alabilmektedir. Problem çözme becerilerini değerlendirmek için öğrencilerin problemleri çözmeleri sırasında problemlere nasıl yaklaştıklarına odaklanmak gerekmektedir (Karataş ve Güven, 2003).

Reys et al. (1998), problem çözme becerilerinin değerlendirilmesinde aşağıdaki hususların göz önüne alınması gerektiğini ifade etmişlerdir:

1. Öğrencilerin problemi dikkatli okuduklarını gösteren bulgu var mı?
2. Öğrencilerin problemlere yaklaşım yöntemleri aynı mı?
3. Öğrenciler bir strateji uyguluyorlar mı? Yoksa öğrendikleri en son yöntemi mi kullanıyorlar?
4. Öğrenciler ilk stratejileri başarısızlık ile sonuçlandığında başka bir yöntem kullanıyorlar mı?
5. Öğrenciler bir stratejiyi uygulamada ne kadar kararlı ve ısrarlılar?
6. Öğrenciler dikkatsiz hatalar yapıyorlar mı? Yapıyorlarsa ne zaman ve niçin?
7. Öğrenciler bir problemi çözmede ne kadar istekli davranıyorlar?
8. Öğrenciler probleme ne kadar konsantre oluyorlar?

9. Öğrenciler ne kadar sıklıkta yardım istiyorlar?
10. Her bir öğrencinin en çok kullandığı strateji nedir?
11. Öğrenciler görsel materyalleri kullanıyorlar mı? Nasıl?
12. Öğrencilerin davranışları ve yüz ifadeleri, ilgilerini ve katılımlarını ortaya koyuyor mu? (Karataş ve Güven, 2003).

Kilpatrick (1985)'a göre, bir öğrencinin problem çözmedeki başarısı, onun problem çözme becerisinin gelişimine bağlıdır. Öğrencilerin problem çözme sürecinde nerelerde zorlandıklarını bilmek, problem çözme öğretimi açısından önemlidir. Bu nedenle, Baki, Karataş ve Güven (2002)'e göre, problem çözme sürecinin analiz edilmesi, problem çözme becerilerinin değerlendirilmesi oldukça önemlidir (Karataş ve Güven, 2003). Problem çözme sürecinin oldukça karışık olması da, problem çözme sürecinin ve problem çözme becerilerinin değerlendirilmesini zor hale getirmektedir. Bu nedenle literatürde alternatif değerlendirme metotları yer almaktadır. Bu değerlendirme metotları arasında standart testler, öğrencilerle yapılan klinik mülakatlar, protokol analizleri, kendini değerlendirme, öğrenci notları ve sınıf gözlemleri yer almaktadır (Karataş ve Güven, 2003).

2.21.2. Bilimsel işlem becerileri

Burns et al. (1985) ve Harlen (1999)'e göre bilimsel işlem becerileri, fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yol ve yöntemlerini kazandıran, bilimsel araştırmanın ya da problem çözmenin olmazsa olmazlarından olan becerilerdir (Temiz, 2001). Lind (1998)'e göre bu beceriler, bilgi oluşturmada, problemler üzerinde düşünmede ve sonuçları formüle etmede kullanılan düşünme becerileridir (Kanlı, 2007). Germann (1994)'a göre bilim adamlarının çalışmaları sırasında kullandıkları beceriler olup, öğrencilerin fen bilimi hakkında bir takım bilgileri öğrenmelerinin yanı sıra onların mantıklı düşünmelerine ve makul sorular sorup cevaplar aramalarına ve günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözmelerine yardımcı olmaktadır (Aydoğdu, 2006). Bu beceriler kazanılmadıkça öğrencilerin bilgiye ulaşmada güçlük çekecekleri açıktır. Bundan dolayı, fen öğretiminin en temel amaçlarından biri, öğrencilere bilimsel işlem becerilerini kazandırmak olarak belirlenmiştir. Bu beceriler, birçok disiplinin öğrenilmesine alt yapı oluşturmaktadır (Karahan, 2006). Fen öğretiminin en temel amacı, öğrencilerin araştırma, sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme becerileri

geliştirmelerini, onların yaşam boyu öğrenen bireyler olmalarını ve yaşadıkları çevre hakkında merak duygusunu sürdürmelerini sağlamaktır. Bu yüzden öğrencilerin bilimsel bilgi üretmelerini ve bilimin doğasını yaşayarak öğrenmelerini sağlayan bilimsel işlem becerilerini kazanmaları son derece önemlidir (Aydoğdu, 2006). Yine Chiappetta and Koballa (2002) ve Ayas vd. (1994)'e göre laboratuvar çalışmalarının en önemli amaçlarından biri de, öğrencilerde fen biliminin doğası hakkında bir anlayış geliştirmektir. Bu amacı gerçekleştirmek için de, öğrencilerin laboratuvarında araştırma yaparken, bir takım bilimsel işlem becerilerini kullanmaları gerekmektedir (Kanlı, 2007). Bilimsel işlem becerilerini kazanan bireyler, problem çözme becerilerine sahip olan, etrafında gelişen olaylara nasıl anlam kazandırması gerektiğini bilip onlara daha farklı bakmasını bilen kişilerdir. Ayrıca, bu becerilere sahip bireyler bir bilim adamı gibi düşünmeyi başarabilen kişilerdir (Aydoğdu, 2006). Bilimsel işlem becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilere problem çözme, eleştirel düşünme, karar verme, cevaplar bulma ve meraklarını giderme olanağı vermektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı fen eğitimi, bilimsel süreç becerilerinin öğretimine önem verilmelidir. Bu önem sayesinde de, zamanla öğrencilerin bilimsel işlem becerileri gelişecektir (Pekmez, 1999), (Aydoğdu, 2006). Çizelge 2.5'te bilimsel işlem becerileri verilmektedir (YÖK Dünya Bankası, 1997).

Çizelge 2.5. Bilimsel işlem becerileri

<u>Temel süreçler</u>
Temel süreç becerileri her öğrenciye mutlaka kazandırılmalıdır. Bunlar zaman zaman günlük yaşantıda da kullanılan becerilerdir. Bu temel beceriler zihinsel gelişimde önemli bir parçasıdır. Bu beceriler daha üst düzey becerilerin kazandırılmasında da çok önemlidir.
Gözlem yapma: Gözlem, herhangi bir duyu organını kullanarak bir nesnenin ya da olayın özelliklerini belirlemektir. Bilim, gözlemle başlamakta ve her zaman, önceki bilgi birikimini temel almaktadır. Gözlem hayat boyu süren bir etkinliktir.
Ölçme: Ölçme, en basit seviyede kıyaslama ve saymadır, doğrusal boyutların ölçülebilir niteliklerini, hacmi, zamanı ve kütleyi tanımlamak için standart ve standart dışı birimlerin kullanımını kapsamaktadır. Ölçme bilgisi öğrenmede kritik bir etkidir ve deneyim olmadan gelişmemektedir.

Çizelge 2.5. devam ediyor.

Sınıflama: Canlı ve cansız varlıklar bazı ortak özelliklerine göre gruplara ayrılmıştır. Bu yolla öğrenciler önceki bilgileri ile yeni karşılaştıkları kavramlar arasında ilişki kurabilmektedir. Gruplamalar, önceden tanımlanmış özellikler veya özellikler kümesine göre yapılmaktadır. Böylece öğrenciler, karmaşık bir sistemi veya olayı sınıflama yaparak belli bir düzene getirebilirler. Ancak, bu zihinsel bir beceridir ve zaman içerisinde deneyimle geliştirilmektedir.
Verileri kaydetme: Öğrenciler deneylerden sonuçlara ulaşmak için verileri kaydetmenin gerekli olduğunu bizzat deney yaparak öğrenmelidirler. Öğrenciler, deney sürecinde, hem niteliksel hem de niceliksel birçok veri elde etmektedirler. Bu veriler, çizelgeler, tablolar, grafikler, histogramlar, modeller veya diğer düzenleyici biçimlerle kaydedilmektedir. Toplanan verilerden tanımlar ve açıklamalar yapma konuyla doğrudan ilgilidir.
Sayı ve uzay ilişkileri: Uzayla ilgili süreçleri öğrenmede öğrenciler, nesneleri düzlem ve üç boyutlu şekillerine göre anlamaya ve anlatmaya çalışmaktadır. Sayı ilişkileri, bir etkinliğin çıktısını veya devam eden olgularını tanımlamak için sayıları kullanma süreci olarak tanımlanmaktadır. Sayısal ilişkiler, matematiksel uygulamalarda olduğu gibi saymayı ve hesaplamayı içermektedir. Uzayla ilgili ilişkiler ise, üç boyutlu temsillerle ilişkili oldukları için uzayda yön ve yer kavramlarının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu süreçler, diğer süreç becerilerinin gelişmesine yardım etmektedir.
<u>Nedensel süreçler</u> Nedensel süreçler, öğrencilerin test edilebilir çalışmalarını ve hipotezlerle mantıksal sonuçlar çıkarmalarını içermektedir. Nedensel süreçler, öğrenciler ve bilim adamları tarafından kullanılan özel zihinsel becerilerdir. Bu beceriler değişik konu alanlarında kullanılabilir. Mantıksal düşünme becerileri yavaş geliştiği için nedensel süreçlerin öğrenilmesi daha zordur.
Önceden kestirme (tahmin): Bir kestirme, gelecekte yapılacak gözlem için bir ön yargıda bulunmadır ve farklı seviyelerde yapılabilir. Yani, öğrenciler deney yapmadan önce sonuçlar hakkında kuramsal olarak tahmin yapmalıdırlar. İlk deneyimlerde bile öğrenciler yapacakları kestirmeler için eski bilgilerini kullanmaktadırlar. Grafiklerden yararlanarak kestirmede bulunma daha üst düzeyde bir aşamadır. Önceden kestirmelerde, dikkatli ön gözlem çok önemlidir. Önceden kestirmeler yordamaların (mantık yürütme) geçerliliğini yoklamaktadır. Bilimsel araştırma, bir önceden kestirme işlemidir. Önceden kestirmeler, deney yapmaya giden bir çeşit yol haritasıdır. İlişkileri ortaya çıkarmak güvenilir kestirme yapmaya yardım etmektedir. Aynı kestirmelere farklı yollarla ulaşmak, onlara olan güveni artırmaktadır. Önceden kestirme geçici olup araştırmaya yön veren temel bir basamaktır.

Çizelge 2.5. devam ediyor.

Değişkenleri belirleme: Bu süreç, farklı koşullarla değişen veya sabit kalan bir olayın elemanlarının veya bileşenlerinin özelliklerini tanımayı içermektedir. Değişkenleri belirlemek, deneyi etkileyebilecek bütün etkenleri ifade etmektir. Bununla beraber, öğrenciler neden - sonuç ilişkisi kurabilme yeteneği kazanıncaya kadar bu etkinliği yapmakta zorlanabilmektedirler. Değişkenleri belirleme süreci deney yapmada merkezi bir role sahiptir. Değişkenleri tanımlama ve test etme, araştırma süreçleri için çok önemlidir. Bu sürecin gözlem yapma üzerinde nasıl etkili olduğu apaçık ortadadır. Kontrol edilmesi ya da sabit tutulması gereken verileri tanımlama önemlidir. Bu beceri, yansız test deneylerini tasarlamak veya yönetmek için gereklidir.

Verileri yorumlama: Bu süreç, basit bir gözleme anlam vermekten bir grafikteki veriler için bir açıklama yazmaya kadar değişmektedir. Deneylerden elde edilen ilişkileri eğilimleri veya yapıları görme becerisidir. Bu beceri, anlamlı sonuçlar çıkarmayı mümkün kılmaktadır. Yorumlamayı veya hatırlamayı kolaylaştırmak için veriler genellikle bir grafik veya çizelge şeklinde düzenlenmektedir. Bu veriler ve onlara ilişkin sorular, yorumlamadan çıkan sonuca bağlı olarak yeni deneyler gerektirebilmektedir. Bu süreçte, verileri gözden geçirip düzeltmek veya bazı temel işlemleri tekrarlamak gerekli olabilmektedir. Bir deneyin tekrarlanmasını gerektirecek olanda bu yorumlardır.

Sonuç çıkarma: Sonuç çıkarma gözlemlerden ve deneyimlerden bir sonuca veya genellemeye varmadır. Bu genellemeler önceki bilgilerdeki eksiklikleri ve yanlışlıkları gidermek için kullanılmaktadır. Gözlemler ne kadar iyi olursa, sonuçlarda o kadar kesin ve tam olmaktadır. Bir kişi sonuç çıkarırken gözlemlerini açıklamak için akıl yürütmektedir. Yeni sonuç çıkarmalar, eski sonuç ve bilgilerle karşılaştırıldığında anlam kazanmaktadır. Bilimde, yeni bilgilerin ışığında eski yargıları düzeltmek sıkça görülmektedir. İki tür sonuç çıkarma vardır: tümdengelim (genelden özele) ve tümevarım (özelden genele). Sonuç çıkarmada nedenleri araştırmak, zengin deneyimler sağlamak için yararlıdır.

Deneysel süreçler

Bu süreçler oldukça karmaşık ve çok yönlüdür. Aynı zamanda bu süreçler yüksek düşünme seviyesi gerektirmektedirler. Genellikle her bir süreç iki ya da daha fazla temel sürecin bileşiminden oluşmaktadır. Deney, hipotezi kanıtlamak veya çürütmek için kanıt elde etmek amacıyla kullanılan güçlü bir araçtır. Aynı zamanda söz konusu olan teoriyi desteklemek veya reddetmek içinde kullanılmaktadır. Bu aşamadaki süreçler, hiyerarşide önce gelen tüm süreçlerin üzerine kurulmaktadır. Bu süreçleri öğrenmek, sorulara cevap ararken ve kendi deneylerini tasarlarken öğrencilere güç vermektedir. Bu süreçler, daha fazla soru sorulmasına ve daha fazla deney yapılmasına yol açmaktadır. Deney yapma, diğer tüm süreçleri kullanmayı içeren bir tür problem çözmedir.

Çizelge 2.5. devam ediyor.

Hipotez kurma ve yoklama: Hipotez, doğruluğu ispatlanmamış bilimsel varsayımlara dayanan önermelerdir. Teori ve yasaları oluşturmak için kullanılmaktadır. Hipotez genellikle bir deney üzerine odaklanmaktadır. Aynı zamanda hipotez, deneyi yaparken kullanılacak yöntem hakkında da bir ipucu vermektedir. Hipotez, bir problemi inceleme yönteminin geliştirilmesi için bir başlangıç noktasıdır. Hipotezi oluştururken, öğrenci basit ve test edilebilir bir önermede bulunmaktadır. Bilim adamları hipotezlerini daha ileri düzeyde deney ve gözlemler yaparak test etmekte ve sonuçlardan genellemeler yapmaktadır. Bu süreç, hipotezleri formülleştirme olarak adlandırılmaktadır.

Verileri kullanma ve model oluşturma: Bu süreç, bilgileri ya da verileri grafik, şekil veya tablolarla düzenlemeyi içermektedir. Aynı verileri incelemek için çeşitli yollar bulunmaktadır. Bir buz küpünün erimesi grafikte, şekille, üç boyutlu nesneyle, görüntü kaydıyla, çizelgeyle, fotoğrafla veya çizimle gösterilebilmektedir. Bu süreç becerisi, öğrencilerin verileri karar vermeye yardımcı olacak şekilde hazırlamasını sağlamaktadır.

Karar verme: Bu süreç, yukarıda bahsedilen bütün temel süreçleri kullanarak bir sonuca varmayı içermektedir. Burada karar verilecek bir problemin araştırılmış olması gerekmektedir. Araştırma yöntemleri kullanılarak bir karara varılabilmektedir.

Değişkenleri değiştirme ve kontrol etme: Bu süreç, değişkenlerin farklılaştırılması için sorular sorularak yeni deneylerin yapılmasına yol açılmakta ve böylece fen bilimi daha somut ve anlaşılır hale getirilmektedir. Genellemeler yapmak için değişkenler arasındaki ilişkileri inceleyen çok sayıda araştırma yapmak gerekmektedir. Kontrol deneyleri, tekrar edilebilir veriler ve geçerli sonuçların araştırılmasında önemli bir araçtır. Değişkenleri kontrol etmek bütünleştirici bir süreç olup, diğer birçok süreçleri birbirine bağlamaktadır. Değişkenler net bir şekilde tanımlanabildiğinde ve kontrol edilebildiğinde daha iyi sonuçlara ulaşılabilmektedir. Bu süreçte amaç, bir değişkeni değiştirerek diğer değişkende buna bağlı olarak meydana gelen değişimleri izlemektir. Aynı zamanda diğer birçok değişkende belirlenmeli ve sabit tutulmalıdır. Bunun yapılmasının nedeni, diğer değişkenlerin sonucu etkileyebilme olasılıklarını ortadan kaldırmaktır.

Deney yapma: Deney yapma deneysel süreçlerin en karmaşık olanıdır. Aynı zamanda bu süreç becerisi diğer birçok süreç becerisinin de kapsamaktadır. Deney yapmanın esas amacı, bir hipotez kurup onun yardımıyla değişkenler arasında ilişki kurmaktır. Deney yapmada tek bir yol izlenebildiği gibi farklı yollar da izlenebilmektedir. Burada en önemli faktör, öğrencinin deneyle ilgili düzeneği kurabilmesi ve deneyin amacını anlayabilmesidir. Öğrencilerin ortaklaşa deney tasarımları ve yapmaları konuyu kavramalarını kolaylaştırabilmektedir. Bu grup çalışması toplanan verileri analiz etme ve yorumlamada öğrencilere yardımcı olmaktadır.

2.21.3. Mantıksal düşünme yeteneği

Mantıksal düşünme yeteneği, bireyin çeşitli zihinsel işlemler yaparak bir sorunu çözmesi veya bir takım soyutlama ve genellemeler yaparak ilke ve yasalara ulaşmasıdır (Yaman, 2005). Mantıksal düşünme, sayıları etkili kullanma, problemlere bilimsel çözümler üretme, kavramlar arasındaki ilişkileri ayırt etme, sınıflama, genelleme yapma, matematiksel bir formülle ifade etme, hesaplama, hipotez kurma, hipotezleri test etme, benzetmeler yapma gibi davranışları gösterme yeteneğidir. Buna paralel olarak mantıksal düşünme bir süreçtir ve bu yeteneğin kazandırılması sürecin amaçlarındandır (Düşünme, 2006). Mantıksal düşünme bir sonuca varmak için kararlı biçimde düşünmeyi gerektirmektedir. Sebep-sonuç ilişkileri dahilinde mantıklı kararlar vererek bir sonuca varmayı teşvik etmektedir. Bu düşünme modelinin temeli ardışık düşünmeyi gerektirmektedir (Logical thinking: helping children to become “smarter”, 2000) (Bozdoğan, 2007).

Fen Bilimi öğretimi ile kazandırılmak istenen becerilerden birisi de mantıksal düşünme diğer bir deyişle problem çözme becerisidir. Problem çözme becerisi öğrenilmesi ve geliştirilmesi gerekli bir süreç olmakla birlikte (Sonmaz, 2002), bir güçlüğü tanımlamak, gerekli bilgiyi toplamak, güçlüğü gidereceği düşünülen çeşitli davranış tarzları formüle etmek, bu çözüm yollarının uygunluğunu test etmek, çözüm yollarının en uygununu seçmek, bu çözüm yolunu denemek ve değerlendirme yaptıktan sonra başarısızlık karşısında başka seçenekleri uygulamaya koymak gibi birçok temel düşünce sürecini gerektirmektedir (Problem Çözme Becerisi, 2005) (Bozdoğan, 2007). Bu süreçte elde edilen bilgilerde mantıksal düşünme yeteneğine sahip olunmadığı sürece, kişiye faydası olmayan bir olgu olarak kalmaktadır.

Mantıksal düşünme yeteneği, problem çözme yöntemi çerçevesinde önemli ve tek bir kavram olarak ele alınmalı, müfredatla birleştirilmeli ve bütünleştirilmelidir. Eğitim-öğretim ortamında problem çözme becerisini mantıksal düşünme yeteneğinden ayrı tutmak mümkün değildir (Sert Çıbık, 2006). Çünkü Aşkar (1989)'a göre, mantıksal düşünme problem çözmenin alt aşamalarındandır. Bu nedenle karmaşık problemleri çözebilen insanların mantıksal düşünme ve muhakeme yapma güçlerinin yeterli olduğu düşünülebilmektedir (Bozdoğan, 2007). Gerek günlük hayatta gerekse eğitim ortamında bireylerin karşılaştıkları

problemleri çözebilmeleri için ellerinde bulunan verilerle sonuca ulaşmalarında mantıksal düşünme yeteneklerinin rolü önemlidir (Sert Çıbık, 2006).

Aşkar (1989)'a göre, mantıksal düşünme yeteneğinin geliştirilmesi için problem çözme öğretimi dikkate alınmalıdır. Bireylerin kendilerine gerekli olan bilgileri elde edip yeni bilgiler üretecek şekilde bilimsel çıkarım yapma yeteneğine sahip olmaları gerektiği düşünüldüğünde (Alpaut, 1984), problem çözme öğretiminin amacının, mantıksal düşünme yeteneklerini kazandırmak olduğu düşünülebilmektedir (Bozdoğan, 2007). Problem çözme öğretiminin öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini geliştirdiği düşünüldüğünde, problem çözme becerilerini geliştiren öğretim yöntem ve tekniklerinin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır (Yaman, 2005). Öğrencilerin algoritmik yaklaşımla çözülebilecek problemleri çözmeyi öğrendikleri ancak heuristik yöntemle çözülecek problemleri çözmede başarısız oldukları dikkate alındığında, duyarlı ve akıllı sorular sormanın ve mantıksal düşündürmeye yönelik öğretimin önemi ortaya çıkmaktadır. Problem çözme öğretiminin amacı, mantıksal düşünme, sorgulama ve değerlendirme sürecini geliştirmek (Aşkar, 1989) olduğu için, öğrencilere öğretim sırasında bu tür yeteneklerin kazandırılmasına yönelik öğretim şekli uygulanmalıdır (Bozdoğan, 2007). Mantıksal düşünme yeteneklerinin kazandırılmasında, problemin anlaşılması, verilerin değerlendirilmesi ve neye ulaşmak istendiğinin belirlenmesinin önemi kavratılarak, çözüme ulaşmak için kullanılacak mantığın sistematigi öğretilmektedir. Mantıksal düşünerek problem çözme öğretimi zor olmakla beraber, öğrencileri daha iyi problem çözen kişiler yapmak için ne öğretileceği üzerinde değil, nasıl öğretileceği üzerinde durulmalıdır (Aşkar, 1989), (Bozdoğan, 2007).

Temizyürek (2003)'e göre mantıksal düşünebilen yani problem çözebilen kişilerde bulunması gereken birtakım özellikler aşağıdaki gibidir:

1. Yaratıcılık: Problemi ayırt edip tanımlama yeteneğine sahip olma, problemin nicel ve nitel değerlendirilmesini doğru yapmadır. Eğer kişi problemi tanımlama, yeni çözüm yolları üretme, çözümü sına, doğru sonuç çıkarma gibi aşamaları gerçekleştirebiliyorsa, o kişinin yaratıcılık özelliğine sahip olduğu düşünülmektedir.

2. Kurgulama Yeteneği (Hayal Gücü): Var olan durumu farklı koşullarda varsayarak, kurgulama yeteneğini kullanabilmedir. Kişi kendini başka yerlerde ve rollerde görebiliyorsa ve problemli durumu yaşayabiliyorsa, o kişinin hayal gücü geniş denilebilmektedir.
3. Gözlemlleme Yeteneği: Kişi duyarlı gözlemler yapabiliyor, gözlemleri sonucunda elde ettiği verileri sıralayarak çözüme yönelik doğru kestirimlerde bulunabiliyorsa gözlem yeteneğine sahiptir.
4. Sayısal Yetenekler: Sayısal yeteneklere sahip olan kişi, tahmin etme, kestirimde bulunma, ölçme, sayısal ilişkiler kurma, şekil ve örüntüleri kavrama, sayısal işlemleri yapma gibi davranışları göstermelidir.
5. Pratik Beceriler: Araçları kullanabilme ve el becerilerine sahip olma becerileridir.
6. İletişim Becerileri: Problemi sözle, şekille, grafikte veya diğer anlatım yöntemleri ile belirleyip başkalarına anlatabilme becerisidir. Yanlış anlamaya meydan vermeyecek şekilde sembolik yollarla düşündüğünü anlatma olarak ta tanımlanabilmektedir (Bozdoğan, 2007).

Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin geliştirilmesine yani daha iyi problem çözücüler olmalarına yardımcı olmak için eğitmenlerin de birtakım hususlara dikkat etmesi gerekmektedir (Bozdoğan, 2007). Aksu (1989), bu hususları aşağıdaki gibi sıralamaktadır:

1. Öğrencilere problem çözme için fırsat verilmelidir: Öğrencileri daha iyi problem çözücüler yapmanın yolu onları sürekli olarak problemlerle karşılaştırmaktır. Eğer öğrenciler problemli durumlarda direkt olarak rol alırlarsa ve uygulamalarla sonuca ulaşırlarsa problem çözmeyi öğrenmekte ve bu becerileri geliştirebilmektedir.
2. Öğrencilerin deneme ve deney yapmalarına, tahmin yürütmelerine, sezgilerini kullanmalarına, yaratıcı düşünmelerine, hayal güçlerini kullanmalarına fırsat verilmelidir: Örneğin; öğrencilere eğer sen olsaydın.....?, Peki sence.....?, Bu sorudadeğil deolsa ne olurdu? şeklinde sorular yönelterek onların çok yönlü düşünmeleri ve mantıksal çıkarımlarda bulunmaları sağlanabilmektedir.

Ayrıca bu yolla hayal güçlerini çalıştırmaları ve sezgilerini kullanmaları sağlanmış olmaktadır.

3. Öğrencilerin kendi kendilerine soru sormaları teşvik edilmelidir: Soru sormayı bilen öğrenci karşılaştığı problemle ilgili sorular üreterek ve bu soruların cevaplarından yararlanarak çözümü kolayca bulabilmektedir. Problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde soru sormayı bilmenin önemi büyüktür. Ne?, Niçin?, Nasıl? gibi soruların cevapları probleminde çözümünü vermektedir.
4. Problem çözmede sınıfta başarı ortamı yaratılmalıdır: Problem çözme sürecinde öğrencileri güdüleyerek, 'Bu problemi kimler çözebilecek?' şeklinde bir ortam yaratıldığında, öğrenciler o problemi çözmede daha istekli hale gelebilmektedir. Ayrıca ödüllendirme ile öğrenciler problemi çözmede kazanacakları ödülü düşünerek daha iyi motive olabilmektedir.
5. Küçük grup çalışmaları, oyun, keşif, simülasyon gibi öğretim yöntemleri kullanılmalıdır: Öğrenciler gruplar içinde sorumluluk aldıklarında, onların güven duyguları gelişmektedir. Bu da mantıksal düşünme yeteneği açısından önemlidir. Ayrıca keşifler ve araştırmaya yönelik öğretim yöntemleri, küçük grup tartışmaları, öğrencinin çok yönlü, mantıksal ve pratik düşünme yeteneğini geliştirmektedir. Beyin fırtınası tekniği de bu yeteneklerin geliştirilmesinde önemlidir (Bozdoğan, 2007).

2.22. Problem Çözme İle İlgili Araştırma Makaleleri

Bu bölümde bilimsel geçerliliği kabul edilmiş problem çözme ve laboratuvar problem çözme yaklaşımı ile ilgili yayınları içine alan on-line veri tabanları ve basılı kaynaklar incelenmiştir. Ayrıca araştırma kapsamında ilgili yayınlar taranırken, problem çözme becerisi, bilimsel işlem becerisi, mantıksal düşünme yeteneği, laboratuvar çalışmaları alt başlıklarını da içeren çalışmalar da taranmıştır. Bu taramalar sonucu elde edilen veriler özetlenmiş ve yaklaşımın öğrenciler üzerindeki etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Sin et al. (1994), çalışmasında Worcester Polyteknik Enstitüsü'nün, müfredat gelişim projesinin bir parçası olarak geliştirdiği, kritik düşünmeyi, işbirlikli grup öğrenmesini, problem çözmeyi ve öğrenme için öğrenci sorumluluğunun gerekliliğini vurgulayan bir kursu anlatmıştır. Kursta yaparak yaşayarak öğrenme

yaklaşımı kullanmıştır. Öğrenci grupları, resmi olmayan gruplar (3 yada 4 öğrencinin ders periyodu boyunca oluşturduğu takımlar) ve resmi gruplar (her öğrenciye bir görevin verildiği ve her öğrenciden bir deney yapmasının veya bir problemi çözmesinin daha sonra da resmi bir rapor sunmasının istendiği laboratuvar takımları) diye ayrılmıştır. Ders periyotları resmi olmayan grup katılımını içermiştir. 15 dakikalık ders oturumları 5 dakikalık öğrenci grup oturumları ile yürütülmüştür. Öğrencilere çözmeleri için bir problem verilmiş ve onlardan kendilerine ayrılan 5 dakikalık periyodun sonunda, sonuçlarını sunmaları yada tüm sınıfın katıldığı tartışmaya dahil olmaları istenmiştir. Bu ders yöntemi, ders periyodu boyunca öğrencilerin bilgiyi basitçe alması yerine dikkatli olması ve aktif öğrenmeye teşvik edilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Her ders periyodunun sonunda, öğrencilere bir sonraki günkü oturum için laboratuvar problemleri verilmiştir. Bu laboratuvar oturumları resmi gruplar için tasarlanmıştır. Bu periyot süresince, takım üyelerinin rolleri ve proje görevleri belirlenmiştir. Öğrenci grupları planlarını yaptığında ve her takım üyesi ne yapacağını anladığında, bilgisayar laboratuvarına girilebilmişlerdir. Her takım üyesi, yüksek kaliteli tepegözler ya da bilgisayar projektörleri kullanarak 10 dakika sunum yapmıştır. Kursun değerlendirme süreci, eğitim sürecinin başında başlamış ve dönem boyunca devam etmiştir. Veriler, öğrencilerin konu ve öğretim yöntemleri hakkındaki fikirleri, şu andaki ve gelecekteki beklentileri ve istekleri ve problem çözme tercihleri ile ilgili olarak toplanmıştır. Verileri toplamak için kurs anketi ön ve son test olarak kullanılmıştır. Bu ankete ek olarak, öğrenci ders değerlendirme formu kullanılmıştır. Bu yolla müfredat geliştirme süreci için bir temel sunulmuş ve kurs değerlendirme planlarının taslağı çıkarılmıştır.

Reigosaa et al. (2006), çalışmalarında 18, 10. sınıf öğrencisinin fizik ve kimya laboratuvarında problem çözme görevlerini yerine getirme sürecindeki performanslarını incelenmiş ve onların öğretmen desteğinden özerk problem çözmeye doğru olan sorumluluk alma sürecinde yaşadıkları farklı tipteki zorluklara odaklanılmıştır. Öğrencilere çözümleri ve izlenecek yollar bakımından açık tarzda problemler sunulmuştur. Çalışmada veriler, iki farklı lise öğrencilerinden iki ardışık okul yılı boyunca toplanmıştır. Öğrenciler gruplar halinde 5 pratik görevi yerine getirmiştir. Öğrencilerin sözel ve fiziksel hareketlerinin video ve teyp kayıtları ile her görev için hazırlanan raporlar veri kaynaklarını oluşturmuştur. Öğrencilerin

sorumluluk alma sürecinde yaşadıkları zorlukları belirleme, bu sorumluluk transferinin gerçekten gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğini ve özerklik yeteneğini değerlendirmeyi gerektirmiştir. Analiz sonucunda öğrencilerin karşılaştıkları ilk zorluğun, problemlerin güçlüğünün onlara uygun olmaması olduğu, laboratuvar da öğrencilerin sorumluluk almasını engelleyen ikinci zorluğun, klişeleşmiş okul kültürü olduğu, yüksek seviyeli özerklik yeteneğinin gelişimini engelleyen üçüncü zorluğun ise, grup üyeleri arasındaki sosyal etkileşimlerle ve onların üstlendiği rollerle ilgili olduğu belirlenmiştir. Değerlendirme ve not için ürünlere (laboratuvar raporları gibi) aşırı bağımlılık bu problemlere katkıda bulunmuştur. Bu da, daha yetenekli öğrencileri çalışmanın çoğunu üstlenmeye ve final ürününü en iyi şekilde hazırlamaya götürmüştür. Böylece bu öğrenciler daha fazla sorumluluk almıştır. Yalnızca ürünün değerlendirilmesini değil ayrıca sürecin değerlendirilmesini dikkate alan değerlendirme şeklinin sorumluluk olmayı destekleyeceği öne sürülmüştür.

Winkel (2000), çalışmasında kompleks ve teknoloji temelli problemlerin kullanımı hakkında genel bir tartışma sunmuştur. Çalışmada, teknoloji kullanımını gerektiren bir probleme yer verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin gruplarda nasıl çalıştığına, problemi çözmeye nasıl başladığına ve onların çözüm stratejilerine değinilmiştir. Bu ve buna benzer problemler, birkaç yıl, 2-3 haftalık ders periyodunda, öğrencilerin problemlere çözüm stratejileri geliştirmesi için sınıf dışı etkinlikler eşliğinde başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Öğrencilerin hem problemin karmaşıklığı ile uğraşmaları hem de problem çözmede bir araç olarak teknolojiyi nasıl kullanacaklarını bilmeleri gerektiği inancı ile tam ve memnun edici bir çözüm olanağının olmadığı bir durumda, bir problem çözme çerçevesini keşfetmelerine ve problemle uğraşmaya başlamalarına yardımcı olmak için bilgisayar teknolojisi kullanımı teşvik edilmiştir.

Macpherson (2002), çalışmasında üniversite öğrencilerinin problem çözme yetenekleri ve bilişsel gelişimleri arasındaki farklılıkları keşfetmeyi amaçlamıştır. Çalışmaya Canberra Üniversite'sinden farklı bölümlere ve farklı sınıflara devam eden farklı yaşlarda 173 öğrenci katılmıştır. Çalışmada değişkenlerin ölçümü için oluşturulan anket öğrencilere uygulanmıştır. 1. bölümde, problem çözme yeteneği ile ilgili olduğu düşünülen kişisel veriler toplanmıştır: yaş, cinsiyet, eğitim yılı ve

öğrencilerin sahip olduğu en yüksek akademik başarı seviyesi. 2. bölümde ise, düşünmenin 4 önemli yönü ile ilgili elementleri ölçen 15 problem yer almıştır. Bu değişkenler; problem çözme; kritik düşünme; tümevarımsal ve tümdengelimli düşünme ve mantıktır. Her soru, bu düşünme becerilerinden birini test etmiştir. Yapılan bağımsız örneklem t-testleri problem çözme ile eğitim yılı, cinsiyet ve akademik nitelik gibi değişkenler arasında anlamlı farkların olmadığını ortaya çıkarmıştır. En büyük fark, problem çözme ile eğitim yılı (1., 2. ve 3. sınıf) ve sahip olunan en yüksek akademik derece arasında bulunmuştur. Buna rağmen, problem çözme ortalamaları problem çözmenin, genel olarak üniversite seviyesinde gerçekleştirilemediğini göstermiştir. Problem çözme ortalamaları arasında anlamlı farklar bulunmamasına rağmen, sorular daha kolay ve daha zor diye sınıflandırıldığında eğilimler dikkate değer olmuştur. Sonuçlar, anketteki toplam ortalama puanların, problem çözme yeteneği ve değişkenler arasında çok az bir fark olduğunu gösterse bile, problemler zorluk bakımından sınıflandırıldığında, farkların açık olduğu görülmüştür. Bu farklar, yalnızca sahip olunan en yüksek akademik derece bakımından anlamlı olsa bile, birlikte ele alındığında yaş, eğitim yılı, sahip olunan en yüksek akademik derece ve problem çözme yeteneği arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Yaşları arasında fark olan öğrenciler arasında düşünme olgunlukları bakımından farkın olup olmadığı incelendiğinde, sonuçlar farkın olduğunu göstermiştir. Yaş arttıkça, dualistik (ikili) cevaplar azalmıştır. Yaşça daha büyük öğrencilerin, daha az, bilgiyi doğru yada yanlış diye kategorize eden tarzda ve daha çok, kanıta dayanarak seçimler yapmada mantığın gerekli olduğunu fark etme tarzında cevap verdiği bulunmuştur. Problem çözme yeteneği ve bilişsel olgunluk arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığı incelendiğinde de, Pearson sıra sayı korelasyonu dualistik (ikili) cevap sayıları ve problem çözme puanları arasında zayıf negatif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin verdikleri ikili cevaplar ne kadar çok ise, toplam problem çözme puanı o kadar düşük olmuştur. İkili cevapların, problem çözmede yanlış cevap oranındaki artışla ilişkili olabileceği görülmüştür. Sonuçlar, ikili cevaplar ve problem çözme sorularındaki düşük performans arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu göstermiş ve daha düşük problem çözme yeteneğinin nedeninin bilişsel olgunluk eksikliği olabileceğini ileri sürmüştür. Çalışmanın sonuçlarına dayalı olarak, bilişsel olgunluktan söz edildiğinde yaşı, problem çözmeden söz edildiğinde de, sahip olunan en yüksek akademik niteliğin en önemli belirleyici olduğu görülmüştür.

Coştu (2007), çalışmasında, öğrencilerin kavramsal, algoritmik ve grafiksel sorulardaki performansları arasında farkın olup olmadığını belirlemeyi amaçlamıştır. Öğrencilerin performanslarını değerlendirmek için kavramsal, algoritmik ve grafiksel testler kullanılmıştır. Testlerde gazlar ve gaz yasaları ile ilgili çoktan seçmeli sorular yer almıştır. Ayrıca öğrencilerin hangi soru tipini tercih ettiklerini belirleyici bir soruda testlere eklenmiştir. 71, lise 1. sınıf öğrencisi çalışmaya katılmış ve onlara testler uygulanmıştır. Öğrencilerin testlere verdikleri cevaplar incelendiğinde, çoğu öğrencinin kavramsal sorulara doğru cevap verdiği, grafik sorularında ise güçlükler yaşadığı görülmüştür. Öğrencilerin çoğu ise diğer sorularla karşılaştırıldığında algoritmik soruları yanıtlamamıştır. Soru tipleri arasındaki farkları belirlemek için istatistiksel analizler yapılmıştır. Kavramsal soru içeren test lehine test puanları arasında anlamlı farklar bulunmuştur. Yani, tüm soru tipleri içinde öğrencilerin kavramsal sorularda en iyi performans gösterdiği görülmüştür. Öğrencilerin her soru tipindeki performanslarını karşılaştırmak için bir kodlama şeması kullanılmış ve öğrencilerin performansları sorulara verdikleri doğru ya da yanlış cevaba göre kodlanmıştır. Yüksek algoritmik-yüksek kavramsal kategorisindeki performans oranının, yani ilgili kimya prensiplerini ve kavramları problemleri çözmede kullanabilen öğrencilerin gösterdikleri performansın diğer kategoriler içinde en yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu da, öğrencilerin sadece hesaplamalar yapmadığını ayrıca gazlar hakkında doğru bilgiye de sahip olduklarını göstermiştir. Düşük algoritmik-yüksek kavramsal kategorisindeki performans oranının düşük olması, öğrencilerin iyi kavramsal bilgiye sahip olmasına rağmen kimya problemlerini doğru olarak çözmediklerini göstermiştir. Bu nedenle çalışmada, bu öğrencilerin problem çözme becerileri konusunda özellikle de, doğru hesaplamalar yapma ve kavramsal anlama ile algoritmik beceriler arasındaki ilişkiyi oluşturma konusunda daha iyi bir eğitim almaya ihtiyaçlarının olduğu önerilmiştir.

Wood (2006), çalışmasında öğrencilerin birbirleri ile çalışma ve iletişim kurma yeteneğini ve kendi düşünme süreçleri hakkındaki bilinçlerini ve kontrollerini geliştirmeyi, problem çözme becerileri geliştirmeleri ve yaratıcı olmaları için onlara fırsatlar vermeyi, fen biliminin doğru cevabı elde etmekten daha fazlası olduğunu onlara göstermeyi amaçlamıştır. Bu amaçların da, problemleri çeşitli çözümler sunma, çözümleri gruplarda tartışma ve kabul edilen çözümü mini bir ders

formatında diğer gruplara sunma yoluyla gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Bu ölçütleri karşılamak için 30 problem (17 tanesi laboratuvara dayalı) tasarlanmıştır. Problemler çözülmeden önce, öğrencilere yeni öğrenme deneyimlerinin amaçlarını açıklamanın önemli olduğu ön görülmüştür. Bu materyallerin, onların yeni ya da alışılmamış problemleri çözme yeteneğini geliştirmek için tasarlandığı ve onlara küçük gruplarda birlikte çalışma ve iletişim kurma fırsatları verdiği anlatılmıştır. Öğrencilerin davranışları dikkatli bir şekilde gözlenmiştir. Tüm problemler tartışmayı teşvik etmiş ve daha öncede bahsedilen becerilerin gelişmesine yardımcı olmuştur. Ayrıca çalışmada öğrencilerin, grup çalışmasının ve tartışmanın yararlarının farkında olmalarını sağlamaya çalışılmıştır. İki şekilde tartışma yapılmıştır: görev yönelimli tartışma (problemin nasıl çözüldüğü) ve yansıtıcı tartışma (hangi yollarda grup başarılı idi ve hangi durumlarda başarı düşüktü ve niçin). Bu da, öğrencilerin grup olarak başarılarının, bireysel başarılarından daha fazla olduğunu fark etmelerine yardım etmiştir.

Moss and McMillen (1980)'ın çalışmasında açıklanan program geliştirme çabası, bugün çoğu üniversite dersinde zorla kabul ettirilen ders programlarının, kullanılan öğretim yöntemlerinin ve öğretmenlerin kabul ettiği öğrenci beklentilerinin, öğretilen müfredat programının doğasını belirlemediği inancından ortaya çıkmıştır. Bu da, yüksek seviyeli becerilere zarar verme pahasına bilgi iletimine odaklanma ile sonuçlanmaktadır. Çalışmadaki araştırmacıların deneyimlerine göre, bu durum, daha çok üniversite 1. sınıf seviyesinde gerçekleşmekte ve bazı kişisel deneyimlere göre de, böyle dersleri veren eğitimciler, öğrencilerin yüksek seviyeli becerilerini geliştirmeye girişmemekte ve gerçek bilgi temelinin, yüksek seviyeli becerileri elde etmek için bir girişim yapılmadan önce kurulmak zorunda olduğuna inanmaktadırlar. Bir bakıma bu, geliştirilebilen diğer becerilere zarar verme pahasına konu kapsama ilgisi ile ilgilidir. Araştırmacılar bu durumun, problemi analiz etme, çözüm sentezleme, yaratıcı beyin fırtınası yapma ve değerlendirme gibi problem çözme becerilerinin gelişimine dikkat edildiğinde engellenebileceğine inanmaktadır. Çalışmaya Griffith Üniversitesi'nden öğrenciler katılmıştır. Öğrencilere 2. dönemin son 4 haftasında bir problem sunulmuştur. Daha sonra onlardan problemde geçen öneri lehine yada aleyhine iddialarda bulunmaları ve görüşlerine uygun politikalar tasarlamaları istenmiştir. Öğrenciler 25'li, 4 büyük bağımsız gruba ayrılmış ve onlara bu grubun problemi çözmeye çalışacağı ve 4

haftanın sonunda da uygun politikaların üretileceği ve tüm öğrencilere sunulacağı söylenmiştir. Ayrıca grupların büyük seminer odalarında toplanacağı her biri 1 saatlik, 6 oturum düzenlenmiştir. Uygulamanın yeni olması ve nasıl gelişeceği hakkındaki belirsizlik nedeniyle, her grup için 1 olmak üzere 4 eğitmen atanmıştır. Uygulamanın olabildiğince öğrenci merkezli olması sağlanmaya çalışılmıştır. Uygulamada farklı öğrenci grupları farklı adımlarda süreci yerine getirmişlerdir. Bazı durumlarda da, birkaç informal öğrenci workshopları yapılmıştır. Genel oturum uygulamanın doruk noktası olarak tasarlanmıştır. Her grubun ana önerisi sunulmuş ve 15 dakikalık bölümlerde tartışılmıştır. Ardından açık bir münakaşa yapılmıştır. Bu oturum da, grup bütün olarak, hem çözümün niteliğini hem de çözüm üretme sürecinde karşılaşılan problemleri tartışmak için genel oturumu takip eden yeniden değerlendirme bölümünden yararlanmıştır. Uygulamanın sonunda öğrencilere bu uygulama ile ilgili olarak neler hissettikleri sorulduğunda, öğrenciler uygulamada ve problemi araştırmada yer alarak problem konusu hakkında bilgi elde edindikleri belirtmişlerdir. Genel oturuma katılan 82 öğrenciye kısa bir anket uygulanmıştır. Ankete verilen cevaplar, öğrencilerin %74'ünün workshop deneyimini ilginç bulduğunu ve öğrencilerin %62'sinin bundan hoşlandığını göstermiştir. Öğrencilere her hedefi nasıl başardıkları sorulduğunda, % 80'i bu deneyimin onların problem konusu hakkındaki bilgisini geliştirdiğini söylemiştir. Öğrencilerin sadece %10'u eğitmenlerin problem çözme sürecine katılmalarından hoşlanırken, %34'ü bundan emin olmamıştır, %56'sı ise hayır demiştir. Öğrencilere problemi arkadaşları ile formal workshop oturumları dışında ne kadar sıklıkla tartıştıkları sorulduğunda da, verilen cevaplar şöyle olmuştur: % 9 bir kez, %14 iki kez, %51 birkaç ez, %26 çok. Çalışmanın sonucunda eğitmen desteğinin minimum seviyede olmasının gerektiği ve amaçların başarıldığı ve ayrıca uygulamanın öğrencileri oldukça motive ettiği kanıtlanmıştır.

Hollingworth (2001), çalışmasında, üniversite 1. sınıf seviyesinde, kimyada problem çözme öğretimine odaklanmış ve problem çözme konusu çok geniş bir alanı kapsadığı için yalnızca bunun birkaç noktasına değinmiştir. Bu noktalar şunlardır: Kimyada problem çözmeyle ne demek istiyoruz? Kimyada problem çözme öğretimindeki geçmiş ve şimdiki uygulamaları genel ifadelerle nasıl karakterize edebiliriz? Problem çözmeyle en etkili nasıl öğretebiliriz? Problem çözme öğretiminde bilgisayarlar nasıl bir oynayabilmektedir? Eğitimsel seviyedeki

tipik problemlerin, çoğunlukla gerçek yaşam ve iyi yapılandırılmamış problemler olmaktan çok rutin formül uygulamaları olduğu ve genellikle de, öğrencilerin kavramsal anlamaya yeterli problem çözme uygulaması ile ulaşılacağına kabul edildiğini belirtmiştir. Ayrıca süreçleri açık yapan, bir sürü stratejiyi öğreten eğitimsel problem çözmede programlarının da şimdiye kadar kısmen başarılı olduğunu ve bu nedenle de öğrencilere stratejilerin yararlarının farkında olmaları ve problem çözme becerilerini geliştirmeleri için uygulama fırsatları verilmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Öğrencilerin bunlardan ancak kendilerine üstbilgi farkındalıklarını ve becerilerini geliştirmek için fırsatlar verildiğinde yararlanabileceğini belirtmiştir. Ayrıca çalışmada kimyada problem çözmede bilgisayarların ve bilgi ve iletişim teknolojisinin kullanıldığı yollar yeniden gözden geçirilmiş ve 1. sınıf fen bilimi öğrencilerinin problem çözme becerilerini geliştirmek için tasarlanmış on-line dersin detayları sunulmuştur.

Tsaparlis (2005), çalışmasında, temel fiziko kimya problemlerini çözmede çeşitli bilişsel değişkenlerin rolünü incelemeyi amaçlamıştır. Bu değişkenler; bilimsel muhakeme (entelektüel gelişim/gelişim seviyesi), işleyen bellek kapasitesi, işlevsel zihinsel kapasite (M) ve disembedding yeteneği (alana bağlılık-alandan bağımsızlık derecesi). Öğrencilere iki sınav uygulanmıştır. İlk sınav bir dönemlik dersin sonunda, ikinci sınav ise ilk sınavdan başarısız olma durumunda yapılmıştır. Her sınav iki kısımdan oluşmuştur. 1. kısımda, öğrencilerden yeni bir problemi çözmeleri istenmiştir. Öğrencilerin istedikleri ders kitaplarını ve öğretmen notlarını kullanarak çözebilecekleri toplam 7 problem kullanılmıştır. Kural olarak, öğrencilere problemleri çözmek için gerekli veriler verilmemiştir. Fakat öğrenciler gerekli verileri kendi ders kitaplarından aramışlardır (eğer veriler kitaplarında yoksa onlara veri sağlanmıştır). 2. kısımda da, öğrencilerin bazıları bilgi ve kavrama, bazıları da sayısal hesaplama (alıştırma) gerektiren soruları cevaplamışlardır. Sorular arasında 1. kısımdaki problemin çözümü için gerekli olan basit alt hesaplamaları öğrencilerin bilip bilmediğini kontrol etmeyi amaçlayan sorular da yer almıştır. Önceden hazırlanmış detaylı bir not şeması ile araştırmacı tarafından problemdeki tüm adımlara, önemli eşitliklere, bağlantılara notlar verilmiştir. Yine bu şema, başka bir kimyacı/eğitimci tarafından kontrol edilmiştir. Çalışmada 7 farklı temel fizikokimya problemini içeren toplam 9 bireysel çalışma kullanılmıştır. Bilişsel değişkenler için psikometrik ölçümler yapılmıştır. Verilerin

analizi sonucunda alana bağıllık/alandan bağımsızlık yeteneğinin ve fonksiyonel M-kapasitesinin (bilgiyi tutma ve işleme kapasitesi) bu çalışmadaki problemlerin çözümünde önemli bir rol oynadığı bulunmuştur.

Reid and Yang (2002b), çalışmalarında kimya okuyan 14–17 yaş öğrencilerinin, 14 açık uçlu kimya problemlerini çözme yollarını incelemeyi amaçlamışlardır. Böyle açık uçlu problemleri çözmede kavramların ve kavramlar arasındaki bağlantıların başarıyı nasıl etkilediği üzerine vurgu yapılmıştır. Çalışmanın ana vurgusu, uzun süreli bellek olduğu için, problemler çözülürken uzun süreli belleğin rolü hakkında bilgi toplamak amacıyla rasgele 3 kişilik öğrenci grupları oluşturulmuş ve öğrenciler arasındaki etkileşimler gözlenmiştir. Problemler öğrencilerin sadece anlama olmaksızın ezberleyerek öğrendiği bilgiyi hatırlamasıyla çözemeyeceği şekilde oluşturulmuştur. Gruptaki öğrenciler birlikte çalışmaya ve birbirleriyle etkileşmeye teşvik edilmiştir. Problemlerin güçlük seviyesi öğrencilerin onları yalnız başlarına çözemeyeceği şekilde oluşturulmuştur. Oluşturulan problem çözme alıştırmaları birim olarak adlandırılmıştır. Öğrenciler bu problem çözme birimlere katılmışlar ve bir sürü ölçüm yapılmıştır. Veriler, gözlemlerle, grup tartışmalarının teyp kayıtlarıyla, öğrenciler tarafından kullanılan çalışma yapraklarının incelenmesiyle ve değerlendirme kağıtlarındaki soruların analiziyle elde edilmiştir. Böylece öğrencilerin uzun süreli bellekte kavramları depolama ve bu kavramları birbirleri ile birleştirme yolu hakkında fikir elde etme amaçlanmıştır. Çalışmanın sonunda öğrenciler, birimlerin onlara tamamıyla yeni olduğunu ve yeni bir şeyler öğrendiklerini hissettiklerini ifade etmişlerdir. Problemleri çözmede grup tartışmasını yararlı bulmuşlardır. Öğrenciler gruplarda başarılı bir şekilde çalışmışlar ve çalışmayı tamamen paylaşmışlardır. Birimlerin zevkli olduğunu ve bu birimleri çözmenin tatmin edici olduğunu kabul etmişlerdir. Öğrenciler bazı birimler için, yeterli bilgiye sahip olduklarını hissederken, bazıları için yeterli bilgiye sahip olmadıklarını hissetmişlerdir. Öğrenciler, genel olarak problem çözme birimlerini kendilerinin tek başına çözemeyeceklerini ve diğer üyelerin yardımlarına ihtiyaçları olduklarını hissetmişlerdir. Ayrıca öğrencilere, onların problemleri çözerken karşılaştıkları güçlükleri ve temel süreçleri keşfetmek için ek olarak 2 tane açık uçlu soru verilmiştir.

Fakat elde edilen cevaplar, problem çözmeye uzun süreli belleğin nasıl çalıştığı hakkında çok az fikir vermiştir. Yine de yapılan gözlemler sonucunda araştırmacılar çeşitli bulgulara ulaşmışlardır. Bu bulgular aşağıdaki gibidir;

1. Uzun süreli bellekte birleştirilmesi ve erişilebilmesi gereken uygun bilgiye sahip olma önemlidir.
2. Bilgi, uzun süreli bellekte adalar halinde yer almaktadır ve bu yaştaki öğrenciler (14–17), bu adalar arasında bağlar oluşturmada büyük güçlük yaşamaktadır.
3. Uzun süreli bellekteki bağlantılar etkili bir şekilde uygulamak için her iki yönden yapılmak zorundadır. Uygun olmayan bağlantılar problem çözücüyü yanlış yönlere götürebilmektedir.
4. Böyle açık uçlu problemlerle karşılaşmada, güçlü bir planlama isteksizliği ve yetersizliği olmaktadır. Bu da bilgi adaları arasında anahtar bağlantı eksikliğinin belirtisi olabilmektedir.

Öğrenciler birimlerde çözümlere ulaşmak için çaba harcarken daha az güçlükle karşılaşmıştır. Engellerle karşılaştıklarında da, çok azı problem çözmeyle bırakmıştır. Öğrencilerin çoğu zevk almıştır. Bu da, fikirlerin paylaşıldığı ve öğrencilerin birbirlerini gruplarda destekleyebildiği grupta problem çözmenin bir özelliğidir. Ayrıca öğrencilerin ilk problemlerini çözdükten sonra artan heyecan ve güvenle sonradan ortaya çıkan problemlerle uğraştıkları da gözlenmiştir.

Staer et al. (1998), çalışmalarında, fen bilimi öğrencilerinin yaptığı laboratuvar çalışmalarının doğasını ve bu çalışmaların sorgulama seviyelerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada laboratuvar çalışmalarının sorgulama seviyelerini belirlemek için bir anket kullanılmıştır. Rasgele seçilen okullardaki ortaöğretim fen bilimi öğretmenleri bu anketi doldurmuştur. Kullanılan anket 3 bölümden oluşmuştur. İlk bölüm, okul tipi, öğretmenlerin cinsiyetleri, hizmet deneyimleri ve öğretim uzmanlıkları hakkındaki soruları içermiştir. İkinci bölümde, öğretmenlerden verdikleri son laboratuvar dersini anlatmalarını istemiştir. Sorular, sınıfın kaçınıcı seviye olduğunu, derslerin biyoloji, kimya yada fizikle alakalı olup olmadığını, problemin, materyalin, yöntemin ve problemin cevabının öğretmenler tarafından mı yoksa öğrenciler tarafından mı belirlendiğini, ayrıca öğretmenlere anlattıkları dersin her zaman yaptıkları tipik laboratuvar çalışmalarından biri mi olduğu da sorulmuştur.

Üçüncü bölüm, öğretmenlerin açık sorgulamalı laboratuvar çalışmalarının, kendileri ve öğrenciler için ne gibi yararları yada zorlukları olduğu hakkında inançlarını belirlemeyi içeren daha açık uçlu soruları içermiştir. Öğretmenlerin son laboratuvar çalışmalarındaki sorgulama seviyelerine ilişkin hesaplanan frekanslara göre, tüm derslerin 1/3'ündeki sorgulama seviyesinin 0, çoğu sorgulama seviyesinin ise 1 olduğu belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmalarının % 84'ü ya 0. ya da 1. sorgulama seviyesinde bulunmuştur. Bu çalışmaların yalnızca % 16'sında öğrencilerin, deneysel yöntemi planlama olanağına sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca öğretmenler, daha açık laboratuvar çalışmalarının kişisel becerilerin öğrenimini, deney tasarlama becerilerini ve problem çözme becerilerini kolaylaştırdığını kabul etmişlerdir.

Reid and Yang (2002a), çalışmalarında genelde fen bilimi eğitiminde ve özelde de kimya eğitiminde problem çözme hakkındaki bulguları sunmuşlar ve kimyada açık uçlu problemler üzerine odaklanmışlardır. Problem çözmede başarıya götürebilecek genel prensipleri tanımlamaya çalışmışlardır. Çalışmada problemlerin basit bir sınıflandırılması sunulmuş ve problem çözme sürecinde önemli olabilecek birçok faktörü açıklamaya çalışılmıştır. Makalede uzun süreli belleğin rolü, yalnızca ne bilindiği bakımından değil, bilginin nasıl elde edildiği bakımından da analiz edilmiştir. İşleyen bellek alanının sınırlılıklarının ve deneyimden sağlanan güveninin önemi not edilmiştir. Sonuç olarak, çeşitli psikolojik faktörler tartışılmış ve açık uçlu problem çözmenin eğitimde oldukça önemli olduğu iddia edilmiştir.

Lee (1985), elektrokimyada problem çözme performansını etkileyen bilişsel değişkenleri incelemek için Avustralya'da bir çalışma yapmıştır. 6 liseden 214, 12. sınıf kimya öğrencisi çalışmaya katılmıştır. Çalışma, başarılı problem çözmenin, blok değişkenleri ile yani bağlantı becerileri (kavram ilgisi ve fikir birliği), problemi tanıma becerileri (problem transfer becerisi ve ön problem çözme deneyimi) ve ön bilgi (spesifik bilgi ve spesifik olmayan fakat ilgili bilgi) olarak gruplandırılacak birkaç önemli bilişsel değişken ile bağlantılı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu değişkenlerin problem çözme başarısı üzerindeki etkisinin problemin aşinalığı ile değiştiği de belirlenmiştir.

Lee et al. (2001), çalışmalarında, kimyada problem çözmede bilişsel değişkenlerin önemini kanıtlamayı amaçlamışlardır. Çalışmada 5 bilişsel değişkenin (Spesifik Bilgi, Spesifik olmayan fakat İlgili Bilgi, Kavram İlgisi, Fikir Birliği ve Problem Transfer Becerisi) problem çözme performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu çalışma için mol kavramı seçilmiştir. Hangi bilişsel değişkenlerin mol kavramı konusunda problem çözme başarısını etkilediğini saptamak hedeflenmiştir. Problem çözme performansı ile bu 5 bilişsel değişkenin ve 3 blok yordayıcı değişkenin yani Ön Bilgi, Bağlantı ve Problem Tanıma Becerileri ilgili olup olmadığı sorusuna cevap verilmeye çalışılmıştır. Çalışma, 115, 9. sınıf kimya öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin mol problemlerini çözerken problem çözme yeteneklerini ve becerilerini değerlendirmek için testler uygulanmıştır. Bağımlı değişken olan problem çözme performansı ise problem çözme testi ile ölçülmüştür. Problem çözme testi 6 problemden oluşmuştur. Testte yer alan bilindik problemler, 10. sınıf sınavlarında bulunan ya da ders kitaplarında yer alan problemler iken, kısmen bilindik problemler ise bu problemlere benzer olarak hazırlanmıştır. Problem Transfer Testi ise yordayıcı değişken olan problem transfer becerisini ölçmek için kullanılmıştır. Problem çözme testine paralel 6 soru bu testte yer almıştır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda 4 bilişsel değişkenin (Kavram İlgisi, Fikir Birliği, Spesifik Bilgi ve Problem Transfer Becerisi) mol kavramındaki toplam problem çözme performansını saptamada anlamlı olduğu bulunmuştur. Fikir Birliğinin ise, en anlamlı yordayıcı değişken olduğu bulunmuştur. İyi problem çözücülerin bilindik ve kısmen bilindik karışım problemlerini başarılı bir şekilde çözmek için, problem ifadesindeki ipuçları ve bilgi temeli arasında bağlantılar kurduğu, doğru spesifik bilgiye sahip olduğu ve problem ifadesinin tam transferini yapabildiği görülmüştür. Fakat bağlantı kurmada yetersiz olan problem çözücülerin ise, bu tip problemleri çözmede gerekli ön bilgiye sahip olsa ve problem ifadesinin transferini yapabilse bile zorluklar yaşadığı görülmüştür. Bu sonuçlar, etkili bir problem çözmenin aşağıdaki problem çözme becerilerini ve yeteneklerini gerektirdiğini doğrulamıştır. Bunlar:

1. Öğrenilen bilginin iyi bir şekilde anlaşılması,
2. Orijinal problemin, çözümü için yapılacak araştırmayı kolaylaştırıcı bir yolda yeniden tanımlanması,

3. Problem ifadesindeki bilgi ve var olan bilişsel yapı arasında ilgili bilgi bağlantıları kurma.

Lin et al. (2002), çalışmalarında fen bilimi tarihi yoluyla yapılan öğretimin, öğrencilerin problem çözme yeteneğini geliştirmeye etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada benzer akademik başarıya sahip iki sınıf seçilmiş ve rasgele olarak sınıflardan biri deney grubu ve diğeri ise kontrol grubu olarak atanmıştır. Çalışmayı yürüten araştırmacılar, 2 tane tarihsel açıdan zengin materyal paketi geliştirmiştir. Bilimsel bir kavram yada teorelin gelişimini vurgulamak amaçlanmıştır. Önceki bilim adamlarının nasıl tartıştığının ve hipotez kurduğunun detayları kadar nasıl deney yaptıkları da öğrencilere açıklanmıştır. Ek olarak, önceki bilim adamlarının deneylerine veya fikirlerine benzer demonstrasyonlar veya yaparak yaşayarak öğrenme çalışmaları öğrencilere uygun zamanlarda gösterilmiştir. Tüm test maddelerinde kavramsal anlama ve uygulamalarına vurgu yapılmıştır. İlk döneminin başında, ilk kavramsal test çalışmaya katılan tüm öğrencilere uygulanmıştır. Testten sonra, ilk paket deney grubu öğrencilerine onların okuma görevi olarak dağıtılmıştır. Diğer taraftan, eğitmen kontrol grubu öğrencileri için ders kitabını referans materyal olarak kullanmıştır. Her iki gruba aynı eğitmen aynı sürede ders vermiştir. Atmosfer basıncının ve gazların özelliklerinin öğretimi bittiğinde, tüm öğrencilere ikinci test uygulanmıştır. İkinci dönemin başında, ikinci paket deneysel gruba dağıtılmıştır. En son olarak ta, üçüncü kavram testi iki gruba da uygulanmıştır. Deney grubu öğrencilerine küçük grup tartışmalarıyla, öğrenci sunumlarıyla, eğitmen demonstrasyonlarıyla ve yaparak yaşayarak öğrenme çalışmalarıyla ders verilmiştir. Öğrencilerden bir deneyin olası sonuçlarını tahmin etmeleri, tahminlerinin sebeplerini açıklamaları, bir problem için hipotez üretmeleri ve önceki bilim adamlarının deneylerini taklit etmeleri istenmiştir. Diğer yandan, kontrol grubu öğrencilerinin öğretimi, Taiwan'daki tipik bir fen sınıfındaki öğretime benzer olmuştur. Eğitmenler bilimsel kavramları ve formülleri açıklamak için düz anlatımı tercih etmiş, öğrenciler dersi dinlemiş ve tahtadaki notları kopyalamış, ders kitabındaki çözülen problemleri ve alıştırmaları çalışmış ve laboratuvar el kitabında açıklanan yöntemi takip ederek deney yapmıştır. Bir yıllık eğitimden sonra, yapılan kovaryans analizi, deney grubu öğrencilerinin performanslarının kontrol grubundakilere göre daha iyi olduğunu göstermiştir. Yani fen bilimi öğretimine, fen

bilimi tarihini katma verimli sonuç vermiştir. Bu tarihsel materyallerden ilki, öğrencilerin kavramsal problem çözme becerisine pozitif bir katılım (anamlı değil) yaparken, ikincisi ise anlamlı bir etki oluşturmıştır. Fen bilimi öğretiminde tarihle zenginleştirilmiş içeriğin yavaş etkisi, eğitimcilerin bu öğretim yaklaşımını kullanırken sabırlı olmaları gerektiğini hatırlatmaktadır. Çalışma bu yaklaşımın kısa süreli uygulanmasının fen biliminde öğrenci başarısında etkili olamayabileceğini ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle uzun süreli bir uygulama tavsiye edilmiştir. Çalışmanın istatistikler sonuçlarına ve deney grubunun sınıf öğrenme çevresine dayanarak, bu çalışmaların öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarına yardımcı olacağı ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışma, öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirmede fen bilimi tarihinin önemini ortaya koymuştur.

Kampourakis and Tsapalis (2003), çalışmalarında iyi bilinen amonyak fıskiyesi deneyi ile ilgili pratik bir etkinliği gaz kanunları ile ilgili uğraştırıcı bir kimya probleminin çözümüne katkıda bulunup bulunmayacağını keşfetmek için kullanmışlardır. Bunun yanında, öğrencilerin küçük gruplarda çalışarak yaptığı pratik etkinliğin sınıfta takip edilen tartışmalarla birlikte onların problem çözme yeteneklerinin gelişimine katkıda bulunup bulunmadığını da incelemişlerdir. Ayrıca pratik etkinliğin hangi öğrenci grubunun performansını en çok etkilediğini bulmak için bu performanslar karşılaştırılmıştır. Çalışmaya 3 farklı, 10. ve 11. sınıf öğrencileri katılmıştır. Grup A için aynı öğrenciler hem kontrol hem de deney grubu olmuştur. Çalışmada ideal gaz denklemini ve sulu çözeltilerin derişimi kavramlarını içeren bir problem kullanılmıştır. İlk olarak öğrenciler, problemi çözmek için çaba harcamıştır. Bu çabadan sonra pratik etkinlik yapılmış ve daha sonra da aynı öğrenciler aynı problemi çözmek için tekrar çaba göstermiştir. Grup B ve Grup C'de farklı öğrenciler kontrol ve deney grubu olmuştur. Grup A'daki öğrencilere uygulamadan bir hafta önce basit stokiyometrik kavramlar, ideal gaz denklemi ve çözeltilerin derişimi konuları öğretilmiştir. Grup B öğrencilerine, ek olarak çaba gerektiren problemin çözümünü, ideal gaz denklemini ve çözeltilerin derişimlerini etkileyen çeşitli yolları içeren elektrolit olmayan çözeltilerin özellikleri öğretilmiştir. Son olarak, Grup C öğrencilerine organik kimya, termodinamik, kimyasal kinetik ve kimyasal denge konularının ayrıntıları aktarılmıştır.

Grup A öğrencilerinin kapasitesi düşük olduğundan, onlar için pratik etkinlik, atmosferik basınç ve gaz basıncı etkilerini ve bu kavramlarını açıklamak için bir deneyle başlamıştır (kupadan içilen sudaki kamaşın işlevi, etkisi). Daha sonra asit baz indikatörlerin özellikleri pratik fenolftalein örneği ile tartışılmıştır (amonyum klorür ve sodyum hidroksitin reaksiyonu ile amonyağın oluşumu). Tüm öğrenciler 4 kişilik gruplarda çalışmış ve eğitimcinin denetiminde amonyak fıskiyesi deneyini yapmıştır. Grup A öğrencileri için tüm etkinlik aynı gün uygulanmıştır ve 45 dakikalık 2 öğretim periyodu ile devam etmiştir. 25 dakika birinci, 20 dakikada ikinci problem çözme çabası için harcanırken, geri kalan zamanda pratik etkinlik için kullanılmıştır. Grup B ve Grup C öğrencileri ile pratik etkinlik için deney grubunda 45 dakikalık öğretim periyodu kullanılmıştır. Etkinlikten 1 ile 3 gün sonra hem deney hem de kontrol grubu öğrencilerine problem verilmiş ve onun üzerinde 25 dakika çalışmalarına izin verilmiştir.

Çalışmada problem çözümünde görülen düşük başarının problemin karmaşıklığından kaynaklandığı belirtilmiştir. Yine de problem, 10. sınıf kitabından alınmıştır. Diğer yandan deney ve kontrol grubu arasındaki küçük farkların, çoğu öğrencinin pratik etkinlik ile teoriyi birleştirmeme başarısızlığından kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür. Başlangıçta seçilen pratik etkinliğin çok içerikli olduğu ve bu özelliğin de, çoğu öğrencinin problemle ilgili uyarıcıya dikkat etmede başarısızlığa uğramasına neden olabileceği belirtilmiştir.

Düşük başarı ortalamaları çalışmadaki öğrencilerin ideal gaz denklemi ile ilgili kavramları iyi anlamadığını göstermiştir. Ek olarak, çoğu Yunan öğrencisinde olduğu gibi, çalışmadaki öğrenciler kimyasallarla çalışma ve deney yapma konusunda daha önceden deneyime sahip olmamıştır. Bu durum yani kimyasal deneylerle temas, onların dikkatlerini çok çekmiş ve bu da deneyler sırasında ne olduğunu ve niçin olduğunu anlamalarına engel olmuştur.

Zoller (2002), çalışmasında üniversite öğrencilerinin, algoritmik (ALG) ve düşük seviyeli (LOCS) ve yüksek seviyeli (HOCS) kimya sınav sorularındaki performanslarını, bu tip soruları çözerken düşünme süreçlerini, sınavlarda karşılaştıkları bu üç kategoriye karşı olan tutumlarını inceleme amaçlanmıştır. Ayrıca beklenen farkların olası nedenlerini belirlemek de çalışmanın hedeflerinden

biri olmuştur. Araştırmanın örneklemini iki İsrail Üniversite'sinden 97 öğrenci oluşturmuştur.

Her iki üniversitede paralel olarak toplam 6 soruyu içeren dönem ortası sınavı, genel kimya dersi kapsamında uygulanmıştır ve bunu öğrencilerle yapılan mülakatlar takip etmiştir. 2 ALG, 2 LOCS, 2 HOCS soruları öğrencilere yöneltilmiştir. Daha sonra da veri analizi ve sonuçların yorumu yapılmıştır. Sınav soruları 3 kategoriye tam olarak temsil etmiştir. Sınavlardan sonra araştırma örnekleminin %12'si (yüksek, orta ve düşük başarılı olanlar) ile mülakatlar yapılmış ve bunlar kaydedilmiştir. Daha sonra da kayıtlar analiz edilmiş ve araştırma hedeflerinin ve sorularının rehberliğinde yorumlanmıştır. Yapılan nicel analiz sonuçlarına göre, öğrencilerin LOCS sorularındaki performans ortalamaları, onların algoritmik sorulardaki performans ortalamalarından daha yüksek, HOCS sorularındaki performans ortalamalarına daha yakın bulunmuştur. Algoritmik sorulardaki standart sapma, LOCS ve HOCS sorularındakilerden daha düşük olmuştur. Bu kategorideki düşük puan dağılımları, ALG tipi soruların yüksek ve düşük başarılı öğrenciler arasında ayırt edilmediği anlamına gelmiştir. Diğer yandan LOCS ve HOCS soruları ise, ayırım gücüne sahip olmuştur.

Mülakatlarda öğrencilerin tümünün, ezber algoritmayı uygulama ve bu sayede de doğru cevabı kaçırmama yolunu takip ettikleri görülmüştür. Kimya eğitiminde baskın olan algoritmik uyum nedeniyle, öğrencilerin kavramsal anlama ve değerlendirici düşünme pahasına algoritmik uyumları şaşırtıcı bulunmamıştır. Öğrenciler HOCS sorularına karşı olumlu tutum göstermesine rağmen, uygulamada çoğunluğu ALG ve LOCS sorularını tercih etmiştir. Öğrencilerin doğru ve tam bir cevap aramaları geleneksel algoritmik oryantasyonun bir sonucu olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerin HOCS sorularını zor olarak tanımlamaları da bu tercihe katkıda bulunmuştur.

Çalışma, kimyada geleneksel öğretim ve değerlendirme stratejileri ile öğrencilerin HOCS gelişiminin uyumlu olmadığını ileri sürmüştür. Şu anki değerlendirme yöntemlerinin, öğrencilerin HOCS elde etme hedefleri ile uygun olmadığı belirtilmiştir. Çalışma, dünya çapında HOCS-yönelimli öğretim stratejilerini ve kavramsal öğretim pedagojilerini fen bilimi sınıflarına katma çabasını desteklemiştir. ALG/LOCS öğretiminden HOCS öğrenmeye doğru olan değişimin,

kimya ve fen bilimi eğitiminde harekete geçirilmesi gerekliliği ileri sürülmüştür. Kimya ve fen bilimi eğitimini ALG ve LOCS'un baskın olduğu algoritmik yaklaşımdan HOCS'un baskın olduğu karar verme, problem çözme ve kritik düşünme yaklaşımına doğru götürmenin tam zamanın geldiği belirtilmiştir.

Niaz (1995), çalışmasında öğrencilerin kavramsal anlama veya algoritmik strateji kullanımını gerektiren sayısal problemlerdeki performanslarını karşılaştırmayı amaçlamıştır. Venezuela Üniversitesi'ndeki 78, fen bilimi 1. sınıf öğrencisi çalışmaya katılmıştır. Elde edilen veriler, kavramsal anlama gerektiren sorularda daha iyi olan öğrencilerin, sayısal problemlerde de anlamlı bir şekilde daha iyi olduğu hipotezini desteklemiştir. Çalışmada kavramsal anlama gerektiren sorulardan önce sayısal problemleri çözmenin öğrenmeye daha yardımcı olacağı ileri sürülmüştür.

Niaz and Robinson (1993), çalışmalarında, birçok öğrencinin kimya problemlerini yalnızca algoritmik stratejiler kullanarak çözdükleri ve problemlerin dayandığı kimya kavramlarını anlamadıkları görüşüne dayalı olarak, gelişim seviyesi, zihinsel kapasite ve alana bağımlılık/alandan bağımsızlık (disembedding yeteneği) gibi bilişsel değişkenlerden hangisinin, algoritmik yada kavramsal anlama gerektiren problemlerdeki öğrenci performansını ne derecede açıkladığını incelemeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada figürel formatta problemler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, algoritmik strateji gerektiren 4 problemde öğrencilerin gelişim seviyesinin başarının en iyi yordayıcısı olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, bu problemlerin sayısal problemler olduğu ve matematiksel dönüşüm gerektirdiği gerçeğine dayandırılmıştır. Kavramsal anlama gerektiren 3 problemde başarının en iyi yordayıcısı ise farklı bilişsel değişkenler olmuştur. Sayısal problemleri (algoritmalara dayanan) çözme yeteneğinin, kavramsal anlama gerektiren problemleri çözme başarısını yordamada ana faktör olmadığı, algoritmik stratejilere dayanan problemleri çözmenin belli dereceye kadar mantıklı düşünme gerektirdiği ve kavramsal anlama gerektiren problemleri çözmede öğrencilerin yaşadığı güçlüğü ise farklı bilişsel değişkenlere bağlanabileceği sonuçları çıkarılmıştır.

Seddigi and Overton (2003), çalışmalarında kimya dersinde kullanılan bir seri, açık uçlu grupta problem çözme alıştırmaları hakkındaki izlenimlerini sunmuşlardır.

Öğrenciler 5-6 kişilik gruplara ayrılmışlar, belirli zamanlarda toplanmışlar ve bu toplantıların bazıları eğitimci tarafından grup performansını gözlemlemek için düzenlenmiştir. Grup etkinliği “Çevre Kimyasının Temelleri” adlı kimya dersini alan mühendislik öğrencileri ile yapılmıştır. Çalışmada grup çalışmasına ve grubun sunumuna verilen puanlar her grup üyesi için aynı olurken, her gruptaki eşlerin birbirini değerlendirmesi öğrenciler için bireysel puan sağlamıştır. Etkinliğe başlamadan önce, öğrencilere anket verilmiştir. Başlangıçta öğrencilere, onları gruba dayalı öğrenmeye ve açık uçlu problem çözmeye alıştırmak için basitleştirilmiş etkinlikler verilmiştir. Problemler, öğrencilerin kritik düşünme ve mantıklı düşünme ve yargılama becerilerini geliştirmek için tasarlanmıştır. Etkinliğin 2. ve 3. kısmı literatürden alınmıştır. Öğrenciler başlangıçta eğitmen tarafından kendilerine detaylı yönergeler verilmediği için zorluklar yaşamalarına rağmen, daha sonra problemlerle başa çıkmaya başlamışlar, etkinliği başarılı bir şekilde tamamlamışlar ve problemleri çözmüşlerdir. Kendilerine grupta problem çözme uygulamaları tanıtıldığında, daha önceden bilgi elde etmek için süreçte sorumluluk üstlenmedikleri için rahat olamamışlardır. Öğrencilerin izlenimlerini incelemek için, iki kere anket uygulanmıştır. Öğrencilerin kimyaya bakış açısını değerlendirmek için, onlara kimyanın zor bir konu olup olmadığı sorulmuştur. Anketin ilk turunda, yalnızca 2 öğrenci kimyanın kolay bir alan olduğunu hissettiğini ifade etmiştir. Yine de, anketin ikinci turundan sonra 10 öğrenci kimyanın kolay olduğunu ifade etmiştir. Pozitif değişim kararsızlar arasında olmuş fakat kimyanın zor olduğu inancındakilerin sayısı aynı kalmıştır. Araştırmacılar aktif öğrenme, grup çalışması ve gerçek yaşam içeriğinin kullanımının katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Eğitmenlerin yeni öğretim yöntemlerini kullanmalarına ilişkin öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, 10 öğrenci bunun sorun olabileceğini hissetmiştir. Fakat uygulamadan sonra, pozitif bir bakış açısı fark edilmiş, 15 öğrenci bu uygulamanın tamamlanması gerektiğini hissetmiştir. Araştırmacılar yeni yöntemler dersin içine dahil edildiğinde, öğrencilerin bu uygulamaları daha fazla tuhaf olarak görmeyeceğini ve bu pozitif bakış açısının daha sonraki diğer yeni yaklaşımlar için de saklanabileceğini belirtmişlerdir.

Uygulamayı gerçekleştirmeden önce, 9 öğrenci kimyayı sevmediğini, çünkü öğrendikleri hakkında kişisel fikirlere sahip olmadıklarını söylemişlerdir. Fakat uygulamadan sonra, 13 öğrenci “Kimyayı sevmiyorum, çünkü öğrendiklerim

hakkında kişisel bir fikre sahip değilim” ifadesine katılmamışlardır. Yani açık uçlu problemleri çözmeye doğru olan yeni yaklaşıma karşı bir ilgi oluşmuştur. Başlangıçta, öğrencilerin çoğunluğu açık uçlu problem çözme için mantıklı düşünme becerilerine sahip olmadıklarını ifade ederken, uygulamadan sonra 12 öğrenci, bu becerilere sahip olduğunu söylemiştir. Uygulamadan önce öğrenciler daha önceden açık uçlu problemleri çözmek zorunda bırakılmamışken, kullanılan bu yaklaşım onlara problem çözme becerilerini gösterebilecekleri açık uçlu, iyi yapılandırılmamış problemler sunmuştur.

Cardellini (2006), çalışmasında problem çözmeyi öğretmek için analiz, sentez ve soruşturma yöntemine dayalı bir yaklaşımı (Cardellini, 1984), küçük grup çalışmasını içeren işbirlikçi yöntemle beraber kullanmıştır. Çalışmaya bir grup mühendislik öğrencisi (21 kız ve 24 erkek, 19-22 yaş arası) katılmıştır. Mantıklı düşünme grup değerlendirme ve alana bağımlılık/alandan bağımsızlık testi uygulanmıştır. Çalışmada yer alan uygulama ile öğrencilerin problemleri analiz etmeleri ve problem çözümlerinde yeni yöntemleri kullanmaları hedeflenmiştir. Bu yaklaşımının ana özelliği, küçük grup çalışması olmuştur. Sınıf 3 kişilik gruplara ayrılmıştır. Problemlere başlamadan, öğrencilere, kavram haritalarının kullanımı (problem analizine yardım etme) ve grup çalışması teknikleri hakkında bilgi verilmiştir. Ürüne (çözüme) bakmadan problem çözmeyi bilinçli bir mantık süreci olarak görmenin önemine dikkat çekilmiştir. Öğrenciler gruplarda problemleri çözdüğünde, onlardan biri çözümü tahtada sunmuş ve daha sonra da çözüm sınıfla tartışılmıştır. Her dersin sonunda, bazı problemler ev ödevi olarak verilmiştir. Her derse başlamadan önce, bir gün önce toplanan ve kontrol edilen problemler üzerinde yorumlar yapılmış ve düzeltilen yeni problemler toplanmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin üçte biri, yaratıcı bir çözüm bulmak için mantıklarını kullanarak problemleri çözmüşlerdir. Öğrenciler aktif olarak probleme doğru çözüm bulmuş ve çözümü anlama ile uğraşmıştır. Eğitimci ise, yeni hedeflere ulaşmada bir koç rolü üstlenmiştir. Öğrencilerde grupta çalışarak tek başlarına çözmeyecekleri problemleri çözmüşlerdir.

Stamovlasis et al. (2005), çalışmalarında ulusal bir sınavın sonuçlarını analiz etmişlerdir. Veriler, Yunanistan’da farklı yüksek öğretim çalışmalarına (Pozitif, Teorik ve Teknolojik Branşlar) yönelen, farklı branşları takip eden öğrencilerinden

elde edilmiştir. Yunan Ulusal Sınavına giren 499, 11. sınıf öğrencisi çalışmaya katılmıştır. Sınavlar, 1998-99 okul yılının sonunda yapılmış ve 11. sınıfta başlayan ve 12. sınıfın sonunda biten üniversite yerleştirme sınavının bir parçası olmuştur. Tüm öğrenciler 10. sınıfın sonuna kadar aynı dersleri almıştır. 11. sınıfa başladıklarında ise, 3 branştan birini izlemek zorunda kalmıştır: Pozitif Branş, Teorik Branş ve Teknoloji Branşı. Akademik olarak en zayıf öğrenciler Teknoloji Branşı'na katılırken, daha iyi öğrenciler ise diğer iki branşa katılmıştır. Tüm öğrencilere aynı, yıl sonu sınavı uygulanmış ve bu sınavın sonuçları çalışmada analiz edilmiştir. Sınav 4 kısımdan oluşmuştur. 1. kısım bilgiyi hatırlama sorularını, 2. kısım hem bilgi hem de basit kavramsal soruları, 3. ve 4. kısım ise stokiyometrik hesaplamaları içeren daha zor soruları içermiştir.

Öğrenciler kavramsal anlamalarına ve algoritmik problem çözme yeteneklerine göre 4 kategoride sınıflandırılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda öğrencilerin yaklaşık olarak yarısı (%52,1) düşük kavramsal yetenek gösterirken, yaklaşık olarak yarısı da (%55,1) düşük algoritmik yetenek göstermiştir, her iki yetenekte de zayıf olan öğrenci yüzdesi de % 43,1 olarak hesaplanmıştır. Beklenildiği gibi Pozitif Branş öğrencileri, her iki yetenekte de iyi olan en yüksek sayıda öğrenciye sahip olmuştur. Ayrıca, tüm üç branşta da yalnızca kavramsal yetenekte iyi olan öğrenci sayısı yaklaşık olarak aynı bulunmuştur. Pozitif Branş ve Teorik Branş yalnızca algoritmik yetenekte iyi olan yaklaşık olarak aynı oranda öğrenciye sahip olmuştur. Ayrıca üç yönlü ANOVA analizi, branşlar ve kavramsal/algoritmik boyutlar arasında anlamlı bir etkileşim göstermemiştir. Testin kavramsal ve algoritmik soruları arasında yapılan istatistiksel analiz, kavramsal boyut ve algoritmik boyut arasındaki bağımsızlığı desteklemiştir. Yani algoritmik problem çözme yeteneğinin kavramsal soruları çözme yeteneğinden bağımsız olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bir boyuttaki performansın, diğer boyuttaki performans seviyesine bağlı olmadığı ileri sürülmüştür. Bu görüşe göre algoritmik problem çözmenin kavramsal anlamayı gerektirmediği (ön koşul olarak), kavramsal anlamamanın da algoritmik problem çözme gerektirmediği belirtilmiştir.

Çalışmada önemli sayıda öğrencinin bu yeteneklerden birinden yada ikisinden yoksun olduğu fakat yaklaşık olarak örneklemin dörtte birlik bir kısmının her iki yeteneğe de sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu noktada, çalışmanın

sınırlılıkları (yukarıda tartışılan üç branştaki farklı öğrenci özelliklerine ve deneyimlerine ek olarak) vurgulanmıştır. Testin algoritmik soruları organik kimyada stokiyometrik hesaplamalar içeren uğraştırıcı ve zor sorularken, testin kavramsal soruları sınırlı ve çok uğraştırıcı değildir. Kavramsal soruların zorluk derecesi arttıkça, buna bağlı olarak bu soruları yapabilecek öğrencilerin sayısının azalacağı da belirtilmiştir.

Bodner and Domin (2000), çalışmalarında genel kimya dersine kayıtlı öğrenci gruplarının kimya problemlerini nasıl çözdüklerini incelemek için öğrencilerle formal ve informal mülakatlar yapmışlardır. Verilerin toplandığı öğrenci seviyelerine veya verilerin elde edildiği içerik alanına bakılmaksızın, başarılı ve başarısız problem çözümler arasındaki karakteristik farklardan birinin, onların problem için oluşturdukları temsillerin sayısı ve çeşidi olduğu sonucuna varılmıştır.

Neeland (1999), organik kimya laboratuvarında kullanılan problem çözme yaklaşımının başarısını rapor etmek ve bazı öğrencilerin laboratuvarında problem çözme yaklaşımına karşı olan beklenen çekingenliğinin üstesinden gelmek ve onların laboratuvarında problem çözme yaklaşımını uygularken güven kazanmalarını sağlamak için bu çalışmayı gerçekleştirmiştir. Eğitimciler her laboratuvar dersinin başlangıcında, her öğrencinin ön laboratuvar sorumluluklarını tamamlamış olup olmadığını kontrol etmiştir. Bu sorumluluklar, ön laboratuvar sorularına cevap vermeyi içermiştir. Öğrenciler 4 yada 6 kişilik çalışma gruplarında bir araya gelmiştir. Her öğrenci grubunun çalışma planı dinlendikten ve yapıcı eleştirilerde bulunulduktan sonra her grup üyesinin grup planını denemesine izin verilmiştir. Laboratuvar 3 bölüme ayrılmış ve öğrenciler her bölümde çözülecek bir problemle uğraşmıştır. Organik kimya dersi için tasarlanan laboratuvarında problem çözme yaklaşımı başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir. Bazı öğrenci grupları başlangıçta düşünülenenden daha iyi performans göstermişlerdir. Öğrenciler deneylerini kontrol etmede heyecan duymuşlar ve laboratuvarında daha güvenli olan, daha iyi düşünen bireyler haline gelmişlerdir. Yıl sonunda birkaç öğrenci geçmişe bakışta laboratuvarların çok ipucu içerdiğini ifade etmiştir. Öğrenciler laboratuvarı nasıl tamamlayacakları konusunda daha az ipucu istediklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak, geleneksel yemek kitabı tarzındaki organik laboratuvarını problem çözme formatına dönüştürme deneyimi başarılı olmuştur.

Nurrenbern and Pickering (1987), çalışmalarında nicel kimya problemlerini çözmenin kavramları anlamaya eşdeğer olduğu şeklindeki yaygın kabulün doğru olup olmadığını incelemişlerdir. Çalışmaya genel kimya programına kayıtlı üniversite öğrencileri katılmıştır. Öğrencilerden rutin sınıf sınavlarının bir parçası olarak, gazlarla ilgili hem geleneksel problemleri hem de kavramsal anlamayı gerektiren çoktan seçmeli problemleri çözmeleri istenmiştir. Geleneksel problemler algoritmik stratejiler kullanılarak çözülebilirken, kavramsal problemler bu stratejileri kullanarak çözülememektedir. Problemlere verilen cevapların incelenmesi sonucunda, öğrencilerin geleneksel problemlere cevap vermede, kavramsal problemlere cevap vermeden daha başarılı oldukları bulunmuştur. Gazlarla ilgili kavramsal problemlere verilen cevaplar öğrencilerin gazların kritik özelliklerini anlamadıklarını göstermiştir. Çalışmada nicel kimya problemlerini çözmenin kimyada en önemli amaç olarak görülmesinin ve ders kitaplarının da bu amaca uygun yazılmasının, bu problemlerin öğrenciler tarafından önemsenmesine neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca nicel problemleri çözebilme ile kavramsal problemleri çözebilmenin eşdeğer olmadığı ve bunlardan birini başarmanın diğerini de başarmak anlamına gelmediği sonucuna da ulaşılmıştır.

Haláková and Prokša (2007), öğrencilerin sözel ve resimsel kavramsal problemleri çözme başarılarını karşılaştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu amaçla öğrencilere her biri 7 resimsel ve 7 sözel kavramsal problem içeren ve içeriği aynı olan soru çiftlerinin yer aldığı test uygulanmıştır. 61 öğrenci rasgele olarak 2 farklı gruba ayrılmıştır. Öğrenciler 30 dakika içinde eş zamanlı olarak testi çözmüştür. Testte öğrencilerin resimsel madde puanı %34,89 iken, sözel madde puanı 38,52 ve toplam ortalama puan %36, 71 olarak hesaplanmıştır. Başarı oranı hem sözel hem de resimsel problemler için düşük bulunmuştur. Bu sonuçlar, başarıda başka bir faktörün problemin formundan daha önemli olduğunu ortaya koymuştur. Fakat elde edilen veriler, problem formunun başarı üzerinde az bir etkiye neden olduğunu göstermiştir. Kavramsal problemlerdeki (sözel yada resimsel) düşük başarı oranının, öğrencilerin kavramsal anlama eksikliği ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar düşündürücü bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, içerik ve kavramsal anlama eksikliğinin bu sonuçlarda önemli rol oynamasının olası olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin bir problemi kavramsal yada algoritmik olarak düşünüp düşünmediğini belirlemede onların deneyimlerinin

ve bilgilerinin önemli olduğu fark edilmiştir. Öğrencilere daha çok fırsat sağlandığında, bu tip kimya problemlerini çözme becerilerinin daha iyi olacağı belirtilmiştir. Onları yeni deneyimlerin ve bilgilerin içine çekmenin ve beyinlerini zenginleştirmenin yollarından birinin de kavramsal problemler olduğu ortaya konmuştur.

Ardac (2002), çalışmasında öğrencilerin kuantum sayısı ile ilgili 2 problemi (düşük ve yüksek oranda uğraştırıcı) çözerken, başarı performanslarını engelleyebilecek tutarsızlıkları ve boşlukları anlamayı ve öğrencilerin benzer tipteki problemleri çözerken kendi düşünme süreçlerini yansıtma larında onlara fırsatlar vererek onların problem çözme performanslarını geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmaya fen bilimi eğitimi bölümüne kayıtlı 55, 1. sınıf öğrencisi katılmıştır. Konu ile ilgili iki problemi içeren bir test öğrencilere uygulanmıştır. Testten sonra, öğrenciler yarı yapılandırılmış bir ders oturumuna da katılmıştır. Ders oturumları öğrencilerin testteki iki problemi çözerken kullandıkları düşünme süreçlerini takip edebilmek için tasarlanmıştır. Öğrencilerden testteki problemleri çözerken her adımı açıklamaları ve yaptıkları her hareket için sebepler belirtmeleri istenmiştir. Ders periyodundan 1 hafta sonra öğrencilere ilk testin paraleli uygulanmıştır. Öğrenciler dersten önce yüksek derecede uğraştırıcı problemleri çözerken çok düşük performans göstermiştir. Fakat artan aşinalık sonucunda (dersten sonra), yüksek ve düşük derecedeki uğraştırıcı problemleri çözme performansları arasındaki fark azalmıştır. Ders, yüksek derecede uğraştırıcı problem için anlamlı bir gelişime yol açarken, düşük derecede uğraştırıcı problem için anlamlı bir gelişime yol açmamıştır. Yüksek derecede uğraştırıcı problem için kullanılan stratejilerin incelenmesi, neredeyse tüm öğrencilerin karşılaştığı kavramsal güçlükleri ortaya çıkarmıştır. Ders sırasında yapılan daha ileri analizde, bu güçlüklerin atomik seviyede anlama eksikliğinden kaynaklandığını ortaya çıkarmış ve kavramsal temel oluşturmada bir kaç boşluğun ve tutarsızlığın olduğunu göstermiştir. Öğrenciler yüksek derecede uğraştırıcı problem için yeni bir algoritma geliştirmede, problem ifadesindeki anahtar kelimelerin (elektron konfigürasyon yazma) yol açtığı bilindik algoritmalara başvurmuşlardır. Öğrencilerin % 84'ü tarafından kullanılan çözüm stratejileri, tipik elektron konfigürasyonu problemlerini çözmede kullanılan algoritmik yöntemlere benzerlik göstermiştir. Öğrencilerin testteki yüksek derecede uğraştırıcı problemleri çözmede ve çözümlerini

açıklamada kendi kurallarını kullandıkları gözlemlenmiştir. Çözümlerindeki küçük değişimlere rağmen, neredeyse öğrencilerin yarısı (%43) tutarsızlıklara aldırmaksızın ders sırasında özel olarak değinilene dek kendi kendilerine ürettikleri kuralların benzer formlarını kullanmışlardır. Bu öğrenciler tek bir elektron konfigürasyonu belirtmeye girişmemiş, yetersiz cevap sunmuştur. Bazı öğrenciler, zayıf bir başlangıç noktası sağlayan, karmaşık, çelişkili ve belirsiz olan yanlış problem durumları yada kurallar ortaya çıkaran, var olan algoritmayı uygulamayı deneyerek yanlış girişimde bulunmuşlardır. Fakat bu tutarsızlıklar ortaya konduğunda, bu algoritmaları yeniden formüle etmeleri hızlı ve düzenli olmuştur. Bu da ders sonundaki yüksek derecede uğraştırıcı problem için anlamlı performans kazanımları ile kanıtlanmıştır. Ayrıca 2. testten 6 hafta sonra uygulanan kısa sınav sonuçları, yüksek derecede uğraştırıcı problem için yüksek bir akılda tutma oranı göstermiştir. Sonuçlar, öğrencilere problem çözme sürecinde aldıkları kararlar ve uyguladıkları adımlar hakkında düşünmeleri için şans verildiğinde bozulmuş (çarpıtılmış) kuralların üstesinden gelinebileceğini ve bunların yeniden formüle edilebileceğini ileri sürmüştür.

Heyworth (1999), çalışmasında kimyada nicel problem çözmeyi incelemiştir. Uzman ve acemi problem çözücü olarak sınıflandırılmış öğrencilerin volumetrik analiz konusu ile ilgili bir problemi çözerken hem işlevsel hem de kavramsal bilgilerini karşılaştırmayı ve incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmadaki öğrenciler volumetrik analiz dersine katılmıştır. Uzman ve acemi problem çözücüleri belirlemek için, öğrencilere ilk olarak bu konu ile ilgili bir problem çözme testi uygulanmıştır. İşlevsel hata yapmayan ve iyi kavramsal anlamaya sahip olan öğrenciler uzman olarak, işlevsel hata yapan ve zayıf kavramsal anlamaya sahip olan öğrenciler ise acemi olarak sınıflandırılmıştır. Her iki sınıfa da aynı eğitimci ders vermiş, kavramlar ve formüller, tanımları ve matematiksel formülleri vurgulayacak şekilde tanıtılmıştır. Araştırma için öğrencilerin volumetrik analiz konusunu çalışırken karşılaştığı çözeltilerin derişimi ile ilgili basit bir problem seçilmiştir.

İki sınıftan 6 uzman ve 6 acemi öğrenci rasgele seçilmiştir. Bu öğrencilerin kavramsal ve işlevsel bilgilerini incelemek için mülakat yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak onların problemleri çözerken ve sorulara cevap verirken sesli oldukları sesli

düşünme yöntemi uygulanmıştır. İkinci olarak ise, öğrencilerin görevi tamamlamasının ardından araştırma sorularının kullanıldığı süreç gerçekleştirilmiştir. Çalışmadaki uzman öğrenciler, problemi standart iki adımlı bir yöntemi kullanarak hızlı bir şekilde çözmüştür. Çoğu uzman öğrenci için bu tip bir problemin ve onun çözümünün bilindik olduğu görülmüştür. Çalışmadaki acemi öğrencilere ise ne problem bilindik ne de çözüm yolu tanındık gelmiştir. Uzman öğrencilerin tersine, daha yavaş performans göstermişlerdir. Bazıları hatalı çeşitli formülleri kullanmışlar ve sesli düşünürken sık sık duraksamışlardır.

Çalışmadaki uzman öğrencilerden biri, problemi çözerken derişim, mol ve atomik kütle gibi anahtar kavramları ayırt etmiş ve bunları birbiri ile ilişkilendirmiştir. Acemiler uzman öğrencilerin tersine nicel bir problem temsili oluşturmada daha fazla güçlük yaşamıştır. Acemi öğrencilerden biri, anahtar değişkenleri soyutlandırmayı ve birbiri ile ilişkilendirmeyi tam olarak yapamamış ve böylece de tamamen oluşturulamamış nicel bir temsil ortaya çıkarmıştır. Çalışmadaki uzman öğrencilerin hepsinin yazılı testteki ve mülakatlardaki cevaplarından, onların konu ile ilgili kavramsal bilgilerinin standart kimya bilgisi ile uyumlu olduğu görülmüştür. Mikroskobik seviyede ise, bu öğrenciler derişim için standart tanecik modelini kullanmışlardır. Makroskobik seviyede acemi öğrencilerin derişim kavramını anlaması uzman öğrencilerinkine benzer olmuştur. Fakat uzman öğrencilerin tersine 6 acemiden 2'si derişimin nasıl değiştiğini açıklamada birim hacim fikrini kullanabilmiştir. Mikroskobik seviyede ise yalnızca 6 acemiden 2'si derişim için tanecik modelini doğru kullanabilmiştir. Yine bu çalışmada acemi öğrencilerde mol kavramı ile ilgili kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Aynı şekilde molarite kavramı da mol kavramı gibi açıkça anlaşılamamıştır. Acemi öğrencilerin tümü, molaritenin derişim ile ilgili olduğunu bilirken, aradaki bağlantıdan emin olamamıştır. Derişim ile molarite ve yoğunluk terimlerini karıştırmışlardır.

Pickering (1990), çalışmasında, üniversite 1. sınıf kimya dersine kayıtlı öğrencilere uygulanan 1. saatlik testin bir parçası olarak iki gaz problemi yöneltmiştir. Bu problemlerden biri, diyagram içeren kavramsal bir problem iken diğeri geleneksel gaz problemidir. Ayrıca çalışmanın uzantısı olarak bir sonraki yıl öğrenciler organik kimya dersine katılmış ve bu dersten aldıkları notlar, kavramsal gaz problemindeki başarılarının veya başarısızlıklarının bir fonksiyonu olarak analiz edilmiştir. Birinci

sınıf öğrencilerinden 95'i, geleneksel tarzdaki, sayısal gaz problemini çözebilirken, 38'i, kavramsal gaz problemini çözebilmiştir. Bu problem için başarı oranı %38 olarak bulunmuştur. Her iki problemi de başarılı bir şekilde çözen öğrenciler başarılı grup diye adlandırılmıştır. Yalnızca geleneksel problemi çözebilenler ise başarısız grup diye adlandırılmıştır. Her iki problemi de çözen grubun puanları, başarısız grubun puanlarından anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Dönemin sonunda iki grup arasındaki ortalama farkta yeterince büyük olmuştur. Gaz problemini başarılı bir şekilde çözen grup, organik kimya dersinin final sınavında daha yüksek not almış ve onların organik kimya dersi notları da daha yüksek olmuştur. Buna rağmen fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çünkü kavramsal problemi doğru cevaplayan öğrenciler ortalamada daha başarılı öğrencilerdir. Bu küçük farktan dolayı, iki eşleştirilmiş örneklem oluşturulmuştur. Başarılı gruptaki her öğrenci 1. sınıf ders notu benzer olan fakat kavramsal soruyu doğru olarak çözmemiş olan öğrenci ile eşleştirilmiştir. Daha sonra eşleştirilerek karşılaştırılan grupların organik notları çalışmadaki grupla karşılaştırılmış ve fark ortadan kalkmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar tartışıldığında bazı görüşler ortaya atılmıştır. Çalışmanın başlangıcından beri, temel soru, kavramsal problemleri çözebilme nedeninin bazı özel yetenekler mi yada spesifik bilgi mi olduğu olmuştur. Çalışma, öğrenciler birinci sınıf notları için eşleştirildiğinde, organik kimyayı başarma yetenekleri açısından onlar aralarında bir fark olmayacağını göstermiştir (ister kavramsal gaz problemini çözsün ya da çözmesin). Bu da, kavramsal sorularda yaşanan güçlüğü, gazlar hakkındaki bazı spesifik olgulara dayanan, gerçek bilgi eksikliği olduğunu, gizli yetenek farkı olmadığını kanıtlamıştır. Diğer veriler bu görüşü desteklemiştir. Kavramsal problemlerde okuldan okula görülen benzer sonuçlar, öğrenci popülasyonunun önemsiz olduğunu ve yeteneğin yöneten bir faktör olmadığını kanıtlar görünmüştür. Geleneksel gaz problemini çözme yeteneğinde belirgin bir eğilim görülmüştür. Geleneksel problem için başarı oranı karşılaştırıldığında görülen fark, matematik yeterliliğini yansıtmıştır. Diğer destekleyen veri ise, öğrencilere kavramsal tipteki problemleri öğretmenin mümkün olduğudur. Mevcut veriler, iki tip öğrencinin olmadığını aksine iki farklı eğitimsel amaç olduğunu kanıtlar görünmüştür. Bunun içinde eğitimcinin hangi amacın başarılacağına göre öğrencilerine seçenek sunması gerektiği belirtilmiştir.

Wilson (1987)'a göre kimya deneysel bir bilim olduğu için, bu alanda uzman olmak isteyen herhangi bir kişinin, teorileri ve hipotezleri test eden deneyler tasarlaması gerekmektedir. Klasik laboratuvar programları bilim adamları için gerekli olan yetenekleri önemsememektedir. Öğrenciler köle gibi takip ettikleri, bir deney için gerekli yöntemin verildiği geleneksel durumla karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu deneylerde, çoğunlukla derste tartışılan kavramları göstermek için yapılmaktadır. Fakat öğrenciler, bir deneyin gerçek tasarımı için çok az düşünmektedirler. Laboratuvarda problem çözme yaklaşımı da, öğrencilere, geleneksel laboratuvar programının hedeflerini gerçekleştirirken deneysel tasarım pratiği vermek için geliştirilmiştir. Bu yaklaşımın bu çalışmada anlatılan tarzda kullanımı laboratuvar çalışmalarının, kimyada doğru bir şekilde gerçekleştirilmesinde önemli olmuştur. Çalışmada John Abbott kolejine kayıtlı lise öğrencilerinden, kendilerine yöneltilen problemlere pratik çözümler bulmaları istenmiştir. Bu problemlerin karmaşıklığı, ardışık bir sömestrlik kurslar ilerledikçe artmıştır. Çözülecek olan problem deneyden bir hafta önce belirlenmiştir. Öğrencilere problemin tanımını içeren, hangi materyallerin, kimyasalların, aletlerin mevcut olacağını gösteren ve bazen de deneysel tasarıma yardım etmede ipucu veren tipik bir bildiri verilmiştir. Bir hafta boyunca öğrenciler kendilerine yöneltilen problemi çözme yöntemi tasarlamış ve laboratuvar defterlerini hazırlamıştır. Eğitimci deney boyunca teknik yardım sağlamış ve laboratuvar tekniği ile ilgili soruları cevaplamıştır. Laboratuvar periyotları boyunca öğrencinin problemi çözmesi ve laboratuvardan ayrılırken de laboratuvar defterlerini teslim etmeleri beklenmiştir. Bazı öğrenciler deneysel süreci planlayamamıştır. Bu durumda öğrencilerin teknik bir alıştırmaı denemesine müsaade edilmiştir. Yönergeler detaylı olarak verilmemiştir. Tüm öğrenciler deney yaptıktan sonra tartışmaya katılmıştır. Bu tartışmada teknik ve deneysel tasarımda yapılan tüm hatalara dikkat çekilmiştir.

Tanrere (2008), çalışmasında çevresel problem çözme modeli yoluyla kimya öğreniminin geliştirilmesini amaçlamıştır. Çalışma iki aşamada planlanmış ve her aşama planlama, hareket etme, gözlem yapma ve yansıtmaya bileşenlerini içermiştir. Çalışmaya 42, lise 2. sınıf öğrencisi katılmıştır. Problem çözme modelindeki ilk aşama yoğunlaşma konusuna odaklanırken, ikinci aşama yoğunlaşma konusunun çevresel kapsamına odaklanmıştır. Veriler, gözlem, anket ve test yoluyla toplanmıştır. Her aşamada öğretmen ile öğrenme materyallerini planlamak ve

araştırma araçlarını (ders planı, öğretim materyalleri, gözlem ve test araçları) hazırlamak için toplantı yapılmıştır. Öğretim planının yapılması, öğrencilere ders materyallerini okuma ve anlama, ilgili kavramları maddeler halinde sıralama, kavramları en kapsamlıdan en az kapsamlıya doğru düzenleme ve kavram haritasını tamamlama olanağı vermiştir. Gözlem kontrol listeleri doldurularak öğrenme sürecindeki önemli olaylar gözlenmiş ve en sonunda da test uygulanmıştır. İkinci aşamanın sonunda gözlem sonuçları değerlendirilmiş ve çevresel problem çözme modelinin yoğunlaşma konusunu öğreniminde etkili olduğunu göstermiştir. Yine ikinci aşamanın sonunda öğrencilerin öğrenmelerinde gelişmeler gözlenmiştir. Bu model öğrenmenin kalitesini artırmış ve öğretmen merkezli öğrenmeden öğrenci merkezli öğrenmeye doğru olan öğrenme yönelimini güçlendirmiştir.

Jeon, Huffman and Noh (2005), çalışmalarında “Yüksek sesle düşünerek eşli problem çözme-YSDEPÇ” (Thinking aloud pair problem solving-TAPPS) yaklaşımına yer vermiştir. Çalışmaya 85, 11 sınıf lise öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin bir kısmı rasgele olarak ya bireysel (bireysel grup) ve yüksek sesle düşünerek eşli problem çözme stratejisi kullanan gruba ya da kontrol grubuna ayrılmıştır. Kontrol, bireysel ya da YSDEPÇ gruplarına aynı eğitmen ders vermiştir. Çalışma 8 hafta boyunca gazlar ve çözümler konularını içermiştir. Her sınıfta eğitmen, önce ders kitabını kullanarak kimya kavramlarını, yasalarını ve prensiplerini geleneksel yöntemle öğrencilere sunmuştur. Daha sonra, bireysel ve YSDEPÇ grubundaki öğrencilere problem çözme stratejisi kullanarak problemlerin nasıl çözüleceği öğretilirken, kontrol grubundaki öğrencilere ders kitabı kullanılarak eğitim verilmiştir. Dersin sonunda her gruptaki öğrenciler, problemleri eğitmenin rehberliği altında çözmüştür. Bireysel gruptaki öğrenciler, 4 aşamalı problem çözme stratejini çok az bir karşılıklı etkileşim içinde bireysel olarak kullanırken, YSDEPÇ grubundaki öğrenciler ise önceki kimya başarı seviyelerine göre belirlenen heterojen gruplarda bu stratejiyi kullanmışlardır. Problem çözümler problemi sesli okumuş ve gerçekleştirdikleri problem çözme sürecini sözle ifade etmişlerdir. Dinleyicilerden de problem çözümlüyü sürekli ne yaptıkları hakkında konuşmaya cesaretlendirmeleri ve doğru cevabı vermemeleri veya problemi çözmeye kalkışmamaları istenmiştir. Dinleyiciler, problem çözümlere kendi hatalarını keşfetmeleri için yeterli fırsat verildikten sonra onlara yaptıkları hataları

söylemiştir. Öğrencilerin problem çözme performanslarını değerlendirmek için eğitim fazının sonunda her üç gruba da problem çözme testi uygulanmıştır.

Çalışmanın sonuçları, bir problem çözme stratejisi kullanımının öğrencilerin problem çözme performansına geleneksel problem çözme eğitiminden daha fazla katkıda bulunabileceğini göstermiştir. Bireysel ve kontrol grubu arasındaki temel farklardan biri, bireysel gruptaki öğrencilerin (yani ilgili kavramları veya prensipleri planlama aşamasında hatırlamak için eğitilen) ilgili kavramları hatırlamada daha fazla yetenek göstermesi olmuştur. Yine bireysel grup öğrencileri, matematiksel uygulamada kontrol grubuna göre daha iyi performans göstermiştir. Bunun nedeni olarak hesaplamayı kontrol etmeyi vurgulayan stratejinin kullanımı düşünülmüştür. Ayrıca YSDEPÇ ve diğer gruplar arasında kavramsal anlama bakımından anlamlı fark bulunmuştur. YSDEPÇ, öğrencilerin kendilerinin ve eşlerinin bilgilerinin, problem çözme süreçlerinin ve problem çözme becerilerinin farkında olmada onlara problem çözme stratejisini bireysel olarak kullanmadan daha fazla yardımcı olmuştur. Çalışmada YSDEPÇ grubundaki öğrencilerin sözel davranışları ile onların problem çözme performansları arasındaki ilişkiyi açıklamakta amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, YSDEPÇ gruplarında öğrencilerin gösterdiği sözel davranışların onların öğrenmesine yardımcı olduğunu göstermiştir. Çünkü bu sayede dinleyiciler problem çözücünün düşünme sürecinden etkileşim yoluyla haberdar olmaktadır.

McCalla (2003), çalışmasında pathway metodu ile problem çözme yaklaşımına yer vermiştir. Toplam 57, üniversite 2 sınıf öğrencisi çalışmaya katılmıştır. “Pathway metodu öğrencilerin problem çözmesinde avantaj sağlamakta mıdır?” sorusuna cevap aranmıştır. Bu amaçla bir sınıf geleneksel problem çözme metodunu kullanırken diğer sınıf Pathway metodunu kullanmıştır. Çalışma metot kullanımı ile başarı arasında bir ilişkinin olup olmadığını gözlemlemek için tasarlanmıştır. Bu nedenle çalışılan her problem için, iki grup oluşturmuş, bunlardan biri metodu kullanmayı seçemeyen diğeri de metodu kullanmayı seçen öğrencilerden oluşmuştur. Bu nedenle her gruptaki öğrenci sayısı problemden probleme değişmiştir. Öğrencilerin oluşturdukları pathwayi değerlendirmek için her soru için Pathway parametresi kullanılmıştır.

Öğrencilerin oluşturdukları pathwaylerin değerlendirilmesinden elde edilen veriler, sınıf, sınav, sınav puanları ve her soruya verilen puanlar gibi verilerle çizelge haline getirilmiştir. Elde edilen veriler Pathway kullanımı ile çok zor problemleri çözme başarısı arasında bir ilişkinin olduğu hipotezini desteklemiştir. Çoğu insan herhangi bir zamanda işleyen belleklerinde sınırlı bilgi tuttukları için Pathway kullanımı dış bir bellek tipinin kullanımına olanak sağlamıştır.

Nakhleh (1993), çalışmasında genel kimya dersine kayıtlı kimyaya karşı yetenekleri olan ve henüz bir disipline çekilmemiş olan öğrencileri onların kavramsal ve algoritmik problem çözme performanslarını inceleyerek saptamaya yardımcı olabilecek kısa ve basit bir test oluşturmuştur. Bu test 5 tane eşleştirilmiş sorudan oluşturulmuş ve her soru çifti spesifik bir kimya alanına ait olacak şekilde tasarlanmıştır. Her soru çiftinden biri algoritmik problem çözme sorusu, diğeri ise çözümü bir algoritmadan daha çok konunun prensiplerini anlamayı gerektiren kavramsal problem çözme sorusudur. Test maddeleri, 1. sönestr üniversite birinci sınıf kimya dersinin 4 final sınavına rasgele olarak dahil edilmiştir. Örneklemin çoğunluğunu fen bilimi ve mühendislik öğrencileri oluşturmuştur. Yaklaşık olarak çalışmaya 1000 öğrenci katılmıştır. İnceleme sonucunda, elde edilen verilerin çoğu, öğrencilerin kimyasal bir fikir ile ilgili algoritmik bir soruya cevap verebilirken, aynı konu ile ilgili kavramsal soruya cevap veremediğini göstermiştir. Her soru çiftinin 1. ve 2. soruları arasında performans açısından farkın olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin %49'un yüksek algoritmik/yüksek kavramsal (A1C1) bölgede, %31'inin ise yüksek algoritmik/düşük kavramsal (A1C0) bölgede yer aldığı görülmüştür. Öğrencilerin %10'u parlak öğrencilerin yer alacağı düşünülen düşük algoritmik/yüksek kavramsal (A0C1) bölgede yer almıştır. Diğer %10 ise düşük algoritmik/düşük kavramsal (A0C0) bölgede yer almıştır. Buna rağmen %31'inin yüksek algoritmik/düşük kavramsal (A1C0) bölgede yer alması çoğu öğrencinin iyi bir algoritmik problem çözme yeteneği ile 1. sönestrden ayrılırken kavramları ve prensipleri zayıf olarak anladığını göstermiştir.

Geban vd. (1992), çalışmalarında bilgisayar simülasyon deneyi yaklaşımı ile problem çözme yaklaşımının lise seviyesindeki öğrencilerin kimya başarısına, bilimsel işlem becerilerine ve kimyaya karşı tutumlarına etkisini incelemeyi

amaçlamışlardır. Bu amaçla iki deney grubu ve bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Bu gruplarda 3 farklı öğretim yaklaşımı kullanılmıştır. 200, 9. sınıf öğrencisi çalışmaya katılmıştır. Uygulama 9 hafta sürmüştür. Kimya Başarı Testi, Bilimsel İşlem Beceri Testi, Kimya Tutum Ölçeği ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi çalışmada kullanılmıştır. Sonuçlar, bilgisayar simülasyon deneyi yaklaşımı ile problem çözme yaklaşımının uygulandığı deney gruplarındaki öğrencilerin kimya başarısının ve bilimsel işlem becerilerinin geleneksel yaklaşımın uygulandığı kontrol gruplarındaki öğrencilere göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca bilgisayar simülasyon deneyi yaklaşımının uygulandığı gruptaki öğrenciler, diğer yaklaşımların uygulandığı gruplardaki öğrencilere göre daha yüksek kimya tutumu göstermiştir. En düşük tutum ise geleneksel yaklaşımın uygulandığı grupta görülmüştür.

Bozan ve Küçüközer (2007), çalışmalarında ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin basınç ünitesi ile ilgili problemleri çözmeleri sırasında yaptıkları hataları ortaya çıkarmayı ve bu hatalar arasındaki ilişkileri belirlemeyi amaçlamıştır. Veriler basınç ünitesini tümünü kapsayan bir test uygulanarak elde edilmiştir. Veri analizinde yapılan hataların frekansları ve yüzdelik dağılımları belirtilmiş ve hataların birbirleriyle ilişkisi kümeleme analizi ile yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, öğrencilerin problem çözümlerinde en çok işlemsel ve kavramsal hatalar yaptıklarını göstermiştir. Öğrencilerin basınç konusunda problem çözmede yaşadıkları zorlukları teşhis etmek amacıyla tüm hata kategorilerini içeren bir analiz yapılmıştır. Bu analizde kavramsal hatalar ile metnin anlaşılmasından kaynaklanan hataların birliktelikleri göze çarpmıştır. Öğrencilerin basınç problemlerinde yaşadıkları zorlukların başında problemde ne istendiğini anlamamaları ile çözümde herhangi bir basamakta yaptıkları işlemleri kontrol etmemeleri gelmiştir. Basınç konusundaki kavramlar ile ilgili yapılan hatalar problemin anlaşılmasından kaynaklanan zorluklardan dolayı ortaya çıkmıştır.

Karataş ve Güven (2003), çalışmalarında problem çözme becerilerinin değerlendirildiği yöntemleri ele almış ve tartışmışlardır. Çalışma iki kısımdan oluşmuştur. İlk bölümde problem çözmenin ve problem çözme becerilerinin öğrencilere kazandırılmasının önemi açıklanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde ise, problem çözme becerilerinin değerlendirildiği alternatif yöntemlerden standart

testler, performans değerlendirme, yazılı cevap gerektiren sorular ve klinik mülakat yöntemi ele alınmıştır. Ele alınan bu yöntemlerin problem çözme becerilerini değerlendirmedeki potansiyeli tartışılmıştır. Çünkü öğrencilerin hatalarının ve yanılgılarının problem çözme sürecinde nerelerde olduğunu bilmenin eğitimcilerle onların nerelerde zorlandıklarını anlamada yardımcı olduğu ve bunun da problem çözme sürecinde önemli olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın son kısmında ise problem çözme becerilerini değerlendirmede bir klinik mülakat örneğine yer verilerek klinik mülakat yönteminin uygulanması sırasında dikkat edilecek noktalar öneri olarak sunulmuştur.

2.23. Problem Çözme İle İlgili Yüksek Lisans Ve Doktora Tezleri

Mitchell (1997), çalışmasında ortaöğretim öğrencilerinin kimyasal eşitlik konusu ile ilgili kavramsal anlamalarını incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Deney grubu öğrencilerinden 3–4 kişilik küçük gruplarda çalışarak kimyasal eşitlik konusu ile ilgili problemleri çözmeleri ve çözümlerini tüm sınıfa sunmaları istenmiştir. Kontrol grubunda ise, konu ile ilgili problemler geleneksel yöntemlerle çözülmüştür. 3 veri kaynağı kullanılmıştır. Bunlar; son testler, problem çözme mülakatları ve kavram haritalarıdır. Öğrencilerin kimyasal eşitlik konusu ile ilgili kavramlar hakkında uygulamadan önce ve sonra oluşturdukları kavram haritaları değerlendirildiğinde, deney ve kontrol grupları arasında anlamlı farklar bulunmamıştır. Yine de, deney grubundaki öğrencilerin oluşturdukları kavram haritaları değerlendirildiğinde, bu öğrenciler kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek puanlar almışlardır. Uygulamanın öğrencilerin konuyu daha iyi anlamalarına katkı sağladığı görülmüştür. Problem çözme mülakatları sayesinde öğrencilerin kimyasal eşitlik konusunu algılayışları ve u konuyu kavramsal olarak anlamları analiz edilmiştir. Yine de uygulama öğrencilerin problem çözmesi üzerinde küçük bir etkiye neden olmuştur.

Giuliano (1997), çalışmasında öğrencilerin problem çözerken kullandıkları problem çözme stratejilerini belirlemeyi, b) onların problem çözme stratejilerini dersin üniteleri ilerlerken nasıl değiştirdiklerini ve c) işbirlikçi süreçlerin bu öğrencilerin problem çözme stratejilerini nasıl etkilediğini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya 3 farklı liseden 12 öğrenci katılmıştır. 4 bilişsel değişkeni (zihin kapasitesi, alandan bağımsızlık derecesi, mantıksal düşünme yeteneği ve anlamlı öğrenme uyumu)

ölçmek için 4 veri toplama aracı uygulanmıştır. Öğrencilerin hem bireysel hem de grupta problemleri bireysel problem çözme stratejileri ve etkileşimleri incelenmiştir. Öğrencilerin bilişsel profilleri ise testlerden aldıkları puanlarla belirlenmiştir. Çalışmada öğrenciler tarafından 4 problem çözme stratejisi kullanılmıştır. Bu stratejiler; a) tümdengelimli mantısal düşünme, etkili ve doğru yöntemlerin kullanımı, b) tümevarımsal mantıksal düşünme, c) algoritmalara, eşitliklere ve diğer ezber araçlara bağımlı olma, d) analogilerin ve model şablonların kullanımı. Sonuçlar, benzer bilişsel profile sahip öğrencilerin, problemleri bireysel olarak çözerken benzer problem çözme stratejileri kullandığını göstermiştir. Ayrıca, 4 bilişsel grubun üçündeki öğrencilerin, dersin 3 ünitesi boyunca problem çözme stratejileri kullanma sıklıklarında önemli değişimler gözlenmiştir.

Carter (1987)'e göre, öğrencilerin kimyanın doğası, öğrenme ve problem çözme hakkındaki inanışları problem çözmede rol oynamaktadır. Çalışmada da bu inanışların, problem çözme sırasında öğrencilerin strateji seçimini sınırlandığını göstermek amaçlanmıştır. Çalışma, fen bilimi ve mühendislik bilimi öğrencilerinden 9 öğrenci ile genel kimya dersinin bir dönemi boyunca yürütülen klinik mülakatları içermiştir. Problem çözümünde inanışların etkisini belirlemek için öğrencilere geleneksel ve geleneksel olmayan çeşitli kimya problemleri sunulmuştur. Öğrencilerin kimyanın doğası, kimyasal bilgi kaynakları, öğretmenin rolü, öğrencinin rolü, kimya problemlerinin doğası, kimya problemlerinin nasıl çözüldüğü, kimyada otoritenin rolü, kimyada yaratıcılığın rolü, algoritmaların rolü, kimya çalışma yeteneği, kimyanın nasıl çalışıldığı hakkındaki inanışları incelenmiştir. Sonuçlar, inançların, algoritmaların seçimini, öğrencilerin algoritmalara güvenme derecesini, kavramları inceleme ve problemleri çözerken alternatif çözümleri deneme istekliliğini, problemleri çözerken verdikleri kararları ve bu kararları değerlendirme derecelerini, birinin çözümüne güvenmeyi, hangi görevlerin ve problemlerin çözülebilir olduğu hakkındaki algıyı, öğrenme ve kimya çalışma hakkındaki temel yaklaşımları etkilediğini göstermiştir.

Forsythe (1996)'e göre, fen biliminde problem çözme geleneksel olarak iyi yapılandırılmış problemleri içermektedir. Bu yüzden bu çalışma iyi yapılandırılmamış problemlere odaklanmıştır. Öğrencilerin iyi yapılandırılmamış problemleri çözmek için stratejiler geliştirmelerine izin verme, gerçek yaşamın

sınıfa katılmasında önemlidir. Öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaştıkları problemler iyi yapılandırılmış olmadığı için de böyle bir katılım gereklidir. Çalışmaya 15, 11. sınıf kimya öğrencisi katılmıştır. Öğrenciler 3 kişilik gruplara ayrılmış ve onlara ozon tabakası ile ilgili iyi yapılandırılmamış bir problem verilmiştir. 3 kişilik hedef grup ve sınıftaki diğer 5 kişi ise, grupta neyin öğrenildiğini belirlemek için ön ve son mülakatlara alınmıştır. Hedef grubun tartışmaları teybe kaydedilmiştir. Hedef grup çalışmanın odağı olmuştur. Hedef grubun problem çözme sonuçları, grup tartışmalarında öğrencilerin iyi yapılandırılmamış bir problemi çözmek için seçenekler ortaya atma, seçeneklere meydan okuma, en uygun çözümü seçip çıkarma, daha fazla bilgi için diğer kaynakları araştırma, bilinmeyen kelimeleri tanımlama gibi genel ve spesifik stratejiler geliştirdiğini göstermiştir. Öğrenciler, düşüncelerindeki kavram yanlışlarının ve engellerin üstesinden diğer grup üyelerinden yararlanarak gelebilmiştir. Ayrıca bu tür bir problem çözme ile de bir konunun öğreniminde ilerlenmektedir.

Foley (1995), çalışmasında problem çözmeyi destekleyen çeşitli yardımcılarını incelemiştir. Bunlar görsel düzenleyiciler (kavram haritaları, bilgi haritaları vb.) ile işbirlikçi öğrenmedir (öğrenciler problemleri çözmek için gruplarda beraber çalışmaktadır). Görsel düzenleyicilerin işleyen belleği, işbirlikçi öğrenme tekniklerinin de kavramsal bilginin gelişimini desteklemesi beklenmiştir. Pilot bir çalışma yürütülmüştür. Pilot çalışmada gerekli değişiklikler yapılmış ve bir sonraki yıl esas çalışma yürütülmüştür. Öğrenciler 4 gruba ayrılmıştır; 1) görsel düzenleyiciler ve işbirlikçi öğrenme grubu 2) yalnızca işbirlikçi öğrenme grubu, 3) yalnızca görsel düzenleyiciler grubu ve 4) eğitmen yönelimli grup. Çalışmada bir çok adım ve çoklu problem çözme becerisi gerektiren ve öğrencilerin kafasını karıştıran mol problemlerini kapsayan 3 ünite ile ilgili olarak öğrencilerin problem çözme yetenekleri değerlendirilmiştir. Araştırma sorularını incelemek için varyans analizleri yürütülmüştür. Öğrencilerin hataları analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda 1. gruptaki öğrencilerin diğerlerine göre daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur. Bu sonuçlar, lise kimyasında etkili öğretim stratejilerinin gelişimine katkıda bulunabilecek türdendir. Görsel düzenleyicinin ve işbirlikli öğrenmenin bir arada kullanımı öğrencilerin mol problemlerini çözme yeteneklerini artırmıştır.

Alick (1993), çalışmasında yüksek öğretim öğrencilerinin genel kimya dersindeki öğrenme stillerini ve problem çözme stratejilerini öğretmenlerinin genel kimya derslerinde kullandıkları stratejiler ile birlikte belirlemeyi amaçlamıştır. Öğrencilerin başarısında etkisinin olup olmadığını incelemek için üç faktör (öğrenme stili, problem çözme stratejisi ve eğitimcilerin stratejisi) değişken olarak kullanılmıştır. Veri toplama amacıyla mülakatlar, gözlemler ve sesli problem çözme oturumları yapılmıştır. Çalışmada öğrencilerin genel kimya dersinde nasıl başarılı olduğu ve bu başarının onların gelecekteki akademik seçimini etkileyip etkilemediği gibi sorular cevaplanmaya çalışılmıştır. Çalışma öğrencilerin öğrenme stillerinin öğretmenlerinin eğitim stratejileri ile eşleştğinde ve öğrenciler kimya problemlerini çözerken yalnızca spesifik problem çözme stratejisi kullandığında, başarılarının daha büyük olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca öğrenciler kimya dersinde başarılı oldukça, zaten dalları olan fen bilimine devam etmeyi seçmiştir. Kimya dersinde başarısız olan öğrenciler ise dallarını değiştirmeyi seçmişlerdir.

Leary (1993)'ye göre, kimya eğitiminde sayısal problem çözmeye odaklanılmaktadır. Fakat çalışmalar sayısal problemleri başarılı bir şekilde çözen öğrencilerin problemlerin ardındaki kavramları anlamadığını ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada da, lise öğrencilerinin stokiyometri konusundaki başarısı incelenmiştir. Kavram öğrenimindeki başarı, kavramsal problem çözme ve sayısal problem çözme, kavram öğrenimi ile problem çözme arasında hangi ilişkinin olduğunu belirlemek için incelenmiştir. 2 grup oluşturulmuştur. İlk grup, geleneksel tarzda eğitim alırken, ikinci grup, ilk gruba benzer şekilde fakat kavram haritası etkinlikleri ile desteklenmiş bir eğitim almıştır. Çalışmanın katılımcıları sözel, nicel ve görsel-uzamsal mantıklı düşünme açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca ön bilgileri de incelenmiştir. Ön bilgi puanları ile final başarı puanları arasında ilişki bulunmadığı için, ön bilgi final analizinden çıkarılmıştır. Kavram haritası oluşturan grupta yüksek mantıksal düşünmeye sahip öğrenciler, kavram öğreniminde kontrol grubundaki öğrencilerden daha iyi performans göstermiştir. Sözel, görsel-uzamsal ve nicel mantıksal düşünme kovaryans olarak alındığında, bu değişkenlerin kimya başarısı üzerinde anlamlı etkileri bulunmamıştır. Yalnızca kavram haritası grubunda, kavram öğrenimi ve sayısal problem çözme arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Kavram haritası puanları kimya başarı puanlarını yordamamıştır. Nicel mantıksal düşünme kavram haritası oluşturan grupta önemli bir değişken olmuştur.

Norman (1992), çalışmasında kimyasal eşitlik konusunda, lise kimya öğrencilerinin problem çözme performanslarına eğitimsel yaklaşımların etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmadaki öğretmenler, bir sınıfa algoritmik yaklaşımı kullanarak eğitim verirken, diğer sınıfa ise belirgin bir algoritmanın kullanılmadığı bir yaklaşımla eğitim vermişlerdir. İkinci yaklaşım daha fazla kavramsal ilişkilere odaklanmıştır. Çalışmada iki öğretmen tarafından eğitim alan öğrencilerin problem çözme performanslarını karşılaştırmak için öğrencilere kimya testi uygulanmış ve öğrencilerin kimya testi ortalamaları anlamlı olarak farklı bulunmuştur. Kovaryans analizi bu anlamlı farkın öğretmen nedeniyle olabileceğini göstermiştir. 1. öğretmen için yapılan değerlendirmede, belirgin algoritma ile eğitim verilen öğrenci grubu diğer gruptan istatistiksel olarak daha iyi performans göstermiştir. 2. öğretmen için yapılan değerlendirme de ise, iki öğrenci grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Çalışmanın bulguları, öğrencilerin düşünce oluşumu (kavramsallaştırma) ile uyumlu eğitimsel yaklaşımların kullanılmasını ve mantıklı anlama için verimli olabilecek yaklaşımların mantıksız kavramsallaştırmalar için etkili olabileceğini ortaya koymuştur.

Powers (2000), çalışmasında ortaöğretim kimya öğrencilerinin asit baz konusunda oluşturdukları kavram haritalarında yer alan kavramsal temsiller ile öğrencilerin uygulanan 18 maddelik asit-baz kavram değerlendirme testinden elde ettikleri puanlarla belirlenen asit baz problemlerini çözme yetenekleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Asit-baz kavram değerlendirme testi hem çoktan seçmeli hem de kısa cevaplı maddelerden oluşturulmuştur. Kavram haritası görevi ise, kavram haritası hakkında kısa bir bilgiyi, bir kavram haritası örneğini, pratik bir kavram haritası etkinliğini ve asit baz kavram haritası görevi için yönergeleri içermiştir. Veri toplama araçları, iki lisede 108 kimya öğrencisine uygulanmıştır. Araçlar uygulanmadan önce öğrencilere sınıf öğretmenleri tarafından asit baz konusu ile ilgili eğitim verilmiştir. Öğrenciler kavram haritası görevini tamamladıktan sonra asit-baz kavram değerlendirme testini yapmışlardır. Asit-baz kavram değerlendirme testi öğrencilerin problem çözme yeteneğini gösterirken, kavram haritası görevi ise, onların kavramları düzenleme yeteneğini göstermiştir. Kavram haritaları hem bütün olarak hem de doğru kavramların sayılmasıyla değerlendirilmiştir. Asit-baz kavram değerlendirme testi puanları ile kavram haritası puanları arasındaki ilişki, kavram haritaları bütün olarak puanlandığında

0,29, kavram haritaları doğru kavram sayısına göre puanlandığında 0,33 olarak bulunmuştur. Yine de, kullanılan araçların güvenilirliği düşünüldüğünde, asit baz kavram değerlendirme testi puanlarındaki varyansın %20'sinden fazlası kavram haritası puanları tarafından açıklanabilmiştir. Fakat bu güçlü bir yordayıcı olarak bulunmamıştır. Yine de, yeterli asit baz bilgisine sahip öğrencilerin bu bilgilerini problemleri çözmek için kullanma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Fakat bunun tersi, yani problemleri çözebilen öğrencilerin konu ile ilgili bilgiye sahip olduğunu söylemesi bu bulgularla desteklenmemiştir. Sonuçlar, asit baz problemlerini çözme başarısının, öğrencilerin asit bazlarla ilgili bilgiyi hatırlamasına ve bu bilgiyi düzenlemesine bağlı olduğunu fakat problem çözme başarısında diğer faktörlerinde etkili olabileceğini göstermiştir.

Tingle (1988), çalışmasında kimyada stokiyometrik problem çözme üzerine odaklanmış ve bu çalışma 3 lisede gerçekleştirilmiştir. 10–12. sınıf öğrencileri stokiyometri problemlerini bir problem çözme stratejisi kullanarak bireysel olarak ya da işbirlikçi bir grupta çözmüşlerdir. Çalışmada, öğrencilerin bireysel ve işbirlikçi gruplar halinde problem çözmeleri arasında bir farkın olup olmadığını belirleme ana amacı oluşturmuştur. İşbirlikçi gruplar, mantıksal düşünme testinin 2 maddelik orantısal mantıksal düşünme sonuçlarına göre heterojen olarak belirlenmiştir. Orantısal mantıklı düşünme yetenekleri değişken öğrencilerin stokiyometrik problemleri bireysel ya da gruplarda çözme performansları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Çalışma kullanılan problem çözme stratejisinin, orantısal mantıklı düşünebilen ve düşünemeyen öğrencilerin stokiyometrik problemleri çözme performansları arasındaki farklılığın azaltılmasına olanak sağlayabileceği öne sürmüştür. Öğrencilerin tutumları arasında da anlamlı farklar bulunmamıştır. Öğrencilerin problem çözmeye başlamadan önce, kimya hakkında hissettikleri konusunda kararsız oldukları ve 7 haftalık problem çözme etkinliğinde sonra da negatif tutumlar oluşturmadıkları not edilebilmiştir. Sözel ve yazılı yorumlar, öğrencilerin gruplarda problem çözmeden hoşlandıklarını göstermiştir. Hem gruplarda hem de bireysel olarak, problemleri çözen başarılı problem çözücüler, güçlü bir kavramsal temele sahip olduklarını göstermiştir. Başarılı öğrencilerin çoğu, problemleri alt adımlarda organize ederek, tahminler yaparak, resimler çizerek bu problem çözme stratejisini kullanmıştır. Başarılı gruplar

birbirlerinin öğrenme sorumluluğunu kabul ederek iyi bir etkileşimde bulunmuşlardır.

Camacho (1986)'nın çalışmasında, seçilmiş 7 tane kimyasal denge problemini bireysel olarak sesli düşünme tekniğini kullanarak çözen 10 kimya uzmanının (6 doktora öğrencisi ve 4 profesör) ve 13 aceminin (5 lise öğrencisi, 3 üniversite biyoloji öğrencisi ve 5 üniversite kimya öğrencisi) problem çözme davranışları videoya kaydedilmiştir. Çalışmada, kimyasal denge problemlerini çözme süreci sırasında acemi ve uzman problem çözücülerin hangi problem çözme davranışları gösterdiğini belirleme, başarılı ve başarısız problem çözücüler arasında hangi farkların olduğunu belirleme, daha önceki benzer araştırmalarda rapor edilen problem çözme davranışlarından hangilerinin gözlemlendiğini belirleme amaçlanmıştır. Başarılı ve başarısız problem çözücüler arasındaki farklar, her konu için problem çözme başarısının nicel derecesi ve kavramsal, yöntemsel ve stratejik bilgiyi nitel olarak kullanma performansı bakımından tanımlanmıştır. Başarı derecesi, doğru olarak çözülen problem sayısına göre oluşturulan ölçüte dayalı olarak belirlenmiştir. Davranışları kodlayan şema, pilot ve ana çalışma sırasında gözlenen 32 ana davranışa dayalı olarak geliştirilmiştir. Sözel verilerden elde edilen, başarılı ve başarısız problem çözücüler arasındaki nitel farkları niteleyen 27 eğilim seti ayırt edilmiştir. Başarılı problem çözücülerin, 7 problemin doğru bir şekilde çözülmesinde kullanılan kimyasal prensiplere ve problemin konusu ile ilgili kavram deposuna ve kimyasal-matematiksel becerilere sahip olduğu görülmüştür. Her problem için sundukları cevapların ve nedenlerin uygunluğunu kontrol etme, doğru sonuca ulaşmak için adım adım ilerleyen bir süreci izleme gibi davranışları gösterme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Tersine, başarısız problem çözücülerin ise, içerilen temel prensipleri ve kavramları ihmal etme eğiliminde oldukları, çok sayıda kimyasal kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Crosby (1987), çalışmasında, kimya eğitiminin öğrencilerin nitel problem çözme yeteneği üzerindeki etkisini belirlemeye çalışmıştır. Ortaya çıkan hatalar ve kavram yanlışları kimyasal denge öğretimini geliştirmek için bilgi sağlamıştır. 20 genel kimya öğrencisi bir mülakat ortamında 2 nitel denge problemini sesli düşünerek çözmüştür. 5 kimya profesörü de aynı problemleri çözmüştür. Bilimsel

olarak kabul edilebilir görüşleri gösteren bir uzman modeli oluşturulmuştur. Uygulanan kimyasal denge öğretimi, doğruluk ve eksiklik açısından uzman modeli ile karşılaştırılmıştır. Kabul edilemez öğrenci önerileri uzman modeli ile karşılaştırılarak ayırt edilmiştir. Öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin neredeyse dörtte biri yanlış sebeplerle doğru cevaplar elde etmişlerdir. Problem çözme öğretimi doğru bulunmasına rağmen, ders kitaplarının ve düz anlatım yönteminin nitel problemleri çözmek için gerekli olan kavramları uygulamada ve ayırt etmede tutarsız ve eksik olduğu göze çarpmıştır. Öğrencilerin problem çözme yeteneklerini geliştirmek için, kimyada daha nitel problem çözmenin, hangi kavramların kullanılacağı ve uygulanacağı konusunda açık ve tutarlı ders kitaplarının ve ders sunumlarının, kavramların daha geniş nitel problemlere uygulanmasının gerekliliği belirtilmiştir. Problemlerin, öğrencilerin kavramsal hatalarının ve kavram yanılgılarının daha kolay keşfedilmesini sağlayacak şekilde tasarlanması gerektiğini ileri sürülmüştür.

Krishnan (1991), çalışmasında, küçük grupta işbirlikçi problem çözme stratejisi ve bireysel problem çözme stratejisi kullanan kimya öğrencileri arasında kavramsal değişim elde etmede bir farkın olup olmadığını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı uygulamadan önce ve sonra öğrencilerin mol kavramı konusundaki kavram yanılgılarını incelemek için mol kavram testi geliştirmiştir. Çalışmada, uygulamaların kavramsal değişim üzerindeki esas etkilerini belirlemek için ön son test kontrol gruplu tasarım kullanılmıştır. Çalışma, Genel Kimya 1 dersine kayıtlı 84, 1. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. 4 laboratuvar sınıfı uygulama için kullanılmıştır. Küçük grupta işbirlikçi problem çözme uygulaması bu 4 sınıftan 2'sinde yürütülmüştür. Kalan diğer 2 sınıfta da bireysel problem çözme stratejisi kullanılmıştır. Öğrencilerin ön test performanslarına dayalı olarak işbirlikçi gruplar oluşturulmuştur. Mol kavram testinin son test puanları bağımlı değişken olarak kabul edilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki ön ve son test farklılıklarını analiz etmek için ANOVA kullanılmıştır. Öğrencilerin işbirlikçi gruplardaki tartışmaları kaydedilmiştir. Ses bantlarının, öğrencilerin yazılı çalışmalarının ve sınıf gözlemlerinin analiziyle başarılı ve başarısız kavramsal değişim stratejilerinin özellikleri belirlenmiştir. Grup tartışmasının nitel analizi yapılmıştır. Çalışma, işbirlikçi gruplarda problem çözen öğrencilerin kavramsal değişim elde etmede bireysel problem çözen öğrencilerden anlamlı olarak daha iyi olduğunu

göstermiştir. Dikkatlice planlanmış ve denetlenmiş işbirlikçi problem çözme stratejisinin kavramsal değişim elde etmede bireysel problem çözme stratejisinden daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Engemann (2000), çalışmasında a) kimyada problem çözme performansı ile alana bağımlılık-alandan bağımsızlık değişkeni, mantıksal düşünme yeteneği, zihinsel kapasite, yaş, cinsiyet ve akademik seviye arasında bir ilişkinin olup olmadığını belirlemeyi ve b) acemi ve uzman problem çözümler tarafından kullanılan problem çözme stratejilerini karşılaştırmayı amaçlamıştır. Mantıksal Düşünme Grup Değerlendirme Testi (The Group Assessment of Logical Thinking) ve Grup Gizli Şekil Testi (the Group Embedded Figures Test) ve Şekil Kesit Testi (the Figural Intersection Test) 29 üniversite kimya öğrencisine ve 19 lise öğrencisine uygulanmıştır. Ayrıca bu öğrencilere ve kimyada uzman ve acemi problem çözümler olarak sınıflandırılmış diğer 25 katılımcıya 6 tane mol kavram problemi verilmiştir. Her katılımcının bu problemlere verdikleri cevapların hepsi problem çözme performansı olarak değerlendirilmiştir. Katılımcılar problem çözme oturumu sırasında sesli düşünürken teybe alınmıştır. Ve bunlar problem çözme stratejisi seçimi ve çözüm süresi açısından analiz edilmiştir. Cinsiyet ya da akademik seviyenin alana bağımlılık/alandan bağımsızlık değişkeni, mantıksal düşünme yeteneği, zihinsel kapasite ve problem çözme performansı üzerindeki etkilerini araştırmak için varyans analizleri yapılmıştır. MDGD testinin orantısal düşünme alt bölümü ile cinsiyet arasında ve zihinsel kapasite ile akademik seviye arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Çoklu regresyon analizi, problem çözme performansının, mantıksal düşünme ve zihinsel kapasite arasında var olan etkileşim ile ilgili olduğunu rapor etmiştir. Akademik seviye ve kimya problem çözme performansı arasında da bir ilişkinin olduğu ayrıca rapor edilmiştir.

Szeto (2003), çalışmasında üniversite öğrencilerinin yeni problem merkezli Genel Kimya Laboratuvar müfredatındaki bilişsel gelişimlerini incelemiştir. Columbia Üniversitesi'nde bu derse kayıtlı 67, 1. sınıf öğrencisi ve 3 tane doktora seviyesindeki kimya uzmanı çalışmaya katılmıştır. Sesli düşünerek problem çözme yoluyla veri toplamayı içeren nitel analiz kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları, kimya uzmanlarının gelişmiş ve alana özgü kavramsal bilgi yapılarına sahip olduğunu, kavramsal bilgiyi gerçek bir problem çözme durumunda stratejilerle (heuristics)

beraber harekete geçirdiklerini ve uyguladıklarını doğrulamıştır. Onlar, yeni müfredat programı tasarımının, öğrencileri sorgulama tipi problem çözmeye hazırladığını geçerli kılmışlardır. Acemi problem çözümler için, iyi yapılandırılmamış problemlerden önce yarı yapılandırılmış problemleri çözmeye, onların iyi yapılandırılmamış tarzındaki problemleri çözmeye başarılarında olumlu etkiye sahip olmuştur. Onların başarılı bir problem çözme için gerekli olan kavramsal bilgiyi harekete geçirme, uygulama ve etkili stratejileri kullanma becerilerini olumlu etkilemiştir. Yeni müfredat programında yer alan öğrenciler bilişsel olarak gelişim göstermiştir. Bu gelişim de, onların örnek olay projelerindeki ve final sınavındaki performansları ile kanıtlanmıştır. Daha yüksek akademik başarıya sahip öğrencilerin bağımsız olarak daha iyi performans gösterdiği, orta ve düşük akademik başarıya sahip öğrencilerin ise devamlı ve yoğun eğitimden yararlanması gerektiği ileri sürülmüştür. İyi yapılandırılmamış problemlerin daha iyi öğrencilerden en iyi olanı ayırt etmek ve değerlendirmek için kullanılması gerektiği önerilmiştir.

Case (2004), çalışmasında işbirlikçi gruplarda problem çözmenin, bu gruplardaki bireylerin problem çözme stratejileri üzerindeki etkisini gösterme amaçlanmıştır. Öğrencilerin nitel kimya problemlerini çözerken kullandıkları stratejileri değerlendirmek için IMMEX yazılım programı kullanılmıştır. Bu yazılım, öğrencilerin problem çözme yeteneklerini değerlendirmeyi ve onların problem çözme stratejileri geliştirmelerini olanaklı kılmıştır. Çalışmaya Clemson Üniversitesinde Genel Kimya dersine kayıtlı öğrenciler katılmıştır. Ön-son test deney kontrol gruplu tasarım kullanılmıştır. Ön-test olarak tüm öğrencilerden sekiz bölümden oluşan bir IMMEX problemini bireysel olarak çözmeleri istenmiştir. Deney grubundaki öğrenciler 3 kişilik gruplarda IMMEX problemlerini çözerken, kontrol grubundaki öğrenciler bilgisayarda bireysel olarak problem çözme durumları ile karşı karşıya bırakılmış ve bu problemleri çözmeye çalışmıştır. Öğrenciler problem çözme girişimlerinin sayısına, problemleri çözmek için harcadıkları zamana ve doğru çözdükleri problemin sayısına göre puan almışlardır. Son testte de yine tüm öğrenciler sekiz bölümden oluşan IMMEX problemini bireysel olarak çözmüşlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, IMMEX sisteminin bir problem dağıtım sistemi ve bir analiz aracı olarak kullanımını desteklemiştir. Ayrıca öğrencilerin işbirlikli öğrenme etkinliklerini kullanarak

problem çözme stratejileri geliştirmelerinin olanaklı olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, problem çözme geliştiren bir uygulama olarak işbirlikli grup araştırmalarına kapı açmıştır.

Nammouz (2005)'a göre eğitimciler için öğrencilerin problemleri nasıl çözdüklerini anlama zor ve çok zaman alıcı bir durum olduğundan, çalışmasında bu probleme cevap bulmak için de IMMEX diye bilinen bir internet tabanlı yazılım paketi kullanılmıştır. İlk olarak öğrencilerden bireysel olarak beş IMMEX problemini çözmeleri istenmiştir. İlk sonuçlar öğrencilerin problemleri çözmek için 4 yada 5 girişimden sonra bir strateji üzerinde sabit kalma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Sonraki 4 hafta boyunca öğrenciler çalışma başlamadan önce kendilerine uygulanan mantıksal düşünme grup değerlendirme testinden aldıkları puanlara göre 2 kişilik gruplara ayrılmışlardır. Ve bu işbirlikçi gruplar, diğer beş IMMEX problemini çözmüştür. Uygulamadan bir hafta sonra da, tüm öğrenciler bireysel olarak IMMEX problemlerini çözmüşlerdir. Verdikleri doğru cevap sayısına göre puan almışlardır. Çalışmanın sonunca IMMEX sisteminin öğrencilerin problem çözme stratejilerinin incelenmesini kolaylaştırdığı ve bu çalışma ile işbirlikçi öğrenmenin sadece öğrencilerin çözüm oranlarını artırmadığı ayrıca başarılı problem çözme stratejilerinin benimsenmesine de olanak sağladığını ortaya çıkarılmıştır. Çalışma grup çalışmasından sonra bireysel performansın arttığını ortaya koymuştur. Öğrencilerin işbirlikçi gruplarda çalışmaları yeni bilginin oluşturulmasında onlara yardımcı olmuş, onların problem çözme stratejilerinin geliştirmiştir. Mantıksal düşünme yeteneği ve öğrencilerin problem çözme performansları arasında da ilişki bulunmuştur. Çalışmada sunulan sonuçlar, öğrencilerin problem çözme stratejilerini geliştiren bir yöntem olarak işbirlikli öğrenmenin kullanımını desteklemiştir. Çalışma, mantıksal düşünme yeteneğinin öğrenci başarısını önceden tahmin edebileceğini ve böylece de bunun eğitimciler için uygulamalarda gerekli olan bir uyarı aracı olabileceğini ortaya çıkarmıştır.

Babayeva (2000), çalışmasında ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin kimyasal kavramları problem çözümünde kullanıp kullanmadıklarını ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Ayrıca çalışmada öğrencilerin algoritmik ve kavramsal problemleri çözerken ne düşündüklerini belirleme ve her iki tip problem çözümü arasında farklılıkların olup olmadığını tespit etme ve öğrencilerin her iki tip probleme

yaklaşım tercihlerini öğrenme amaçlanmıştır. Araştırma 194 lise öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Ders yılının ilk döneminde gazlar konusu işlendikten sonra öğrencilere bu konu ile ilgili kavramsal ve algoritmik içerikli başarı testi uygulanmıştır. Öğrencilerin problemleri analiz edebilme kabiliyetlerinin öğrenime etkisinin olup olmadığını tespit etmek amacıyla da bilimsel işlem beceri testi uygulanmıştır. Daha sonra öğrencilerin kimyasal kavramlara ne ölçüde başvurduklarını ve varsa yanlış kavramlarını tespit etmek amacıyla her sınıftan uygulanan başarı testinden en yüksek, orta, en düşük puanı alan 3 öğrenci ile mülakat yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin gazlar konusunda algoritmik problemleri cevaplama başarıları ile kavramsal problemleri cevaplama başarıları arasında algoritmik problemler lehine anlamlı fark bulunmuştur. Öğrencilerin testlerdeki kavramsal sorulara verdikleri cevaplardan ve mülakatlarda elde edilen cevaplardan onların kavramlarla ilgili imaj oluşturmadıkları ve bunun sonucunda da kavram yanılgılarının bulunduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri ile algoritmik problem çözme yetenekleri ve bilimsel işlem becerileri arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını tespit etmek için regresyon analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, öğrencilerin algoritmik problem çözme yetenekleri ve bilimsel işlem becerileri ile kavramsal öğrenmeleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Algoritmik problem çözme yeteneği ve bilimsel işlem becerisi, kavramsal öğrenmeye %13,11 oranında katkıda bulunmuştur.

Şen (1997), çalışmasında kimya öğretmenlerinin analitik kimya problemlerini çözmeye izledikleri stratejileri tespit etmeyi amaçlamıştır. İlk bölümde lise müfredatlarındaki analitik kimya konularını belirlemek için fen bilimleri 1,2 ve kimya 1,2 müfredat programları incelenmiştir. İkinci bölümde de, lise ders kitaplarındaki problem sayılarına ve çözümlerine nasıl yer verildiğini tespit etmek amacıyla ders kitapları incelenmiştir. Altı kimya öğretmeni problemleri çözmeye kullandıkları stratejileri saptamak için gözlenmiştir. Kimya öğretmenlerinin analitik kimya ile ilgili kavramların kavratılmasında, nicel problemlerin çözümünde ne gibi etkinliklerde bulunduklarını tespit etmek amacıyla sınıf içi gözlemler yapılmıştır. Öğrencilerin nicel analitik kimya problemlerini çözerken kullandıkları stratejiler bu yolla tespit edilmeye çalışılmıştır. Öğretmenlerin kullandıkları stratejiler tespit edildikten sonra, aynı öğretmenlerle yapılan mülakatlarla onların bu stratejileri kullanma gerekçeleri

üzerinde durulmuştur. Gözlemlerden elde edilen verilerle mülakatlardan elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Mülakatlarda altı kimya öğretmenine 15 strateji hakkında sorular sorulmuş ve onların bu stratejiler hakkındaki fikirleri alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, incelenen ders kitaplarında nicel analitik kimya problemlerine oldukça fazla sayıda yer verildiği bulunmuştur. Öğretmenlerin problem çözümlerinde ortak olarak; problem cümlesini birden fazla tekrar ettikleri, problemi çözmek için uygun şekil, şema ve grafik çizdikleri, matematiksel işlemleri önemsedikleri, bu işlemlerde birim kullandıkları, çözümden sonra çözümü deftere yazdırdıkları, problem çözümlerinde ödüllendirme ve cezalandırma yoluna gittikleri gözlenmiştir. Öğretmenlerin çözümlerinde ortak stratejiler kullanmalarına rağmen, izledikleri stratejilerin birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Tüm öğretmenlerin öğrenci motivasyonunu artıracı bir teknik uygulamadıkları, var olan tekniklerden yararlandıkları, öğretmenlerin bir ders saati içinde yeterli sayıda problem çözmek için zamanın yeterli olmadığından şikayet ettikleri tespit edilmiştir.

Sonmaz (2002), çalışmasında problem çözme becerisi, yaratıcılık ve zeka arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu amaçla ilköğretim okullarından rasgele seçilen 364 son sınıf öğrencisine, yaratıcılıklarını test etmek için Torrance Yaratıcı Düşünce Testi, problem çözme becerilerini ölçmek için Problem Çözme Envanteri ve zeka seviyelerini ölçmek için de Cattell Zeka Testi Form A uygulanmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda, problem çözme becerisi ve zeka arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, yaratıcılığın şekilsel orijinallik, yaratıcı kuvvetler boyutu ile 0,05 düzeyinde, başlıkların soyutluğu, şekilsel zenginleştirme ve toplam şekilsel yaratıcılık boyutu ile de 0,01 düzeyinde anlamlı ilişki gözlenmiştir. Problem çözme becerisi üzerinde hangi değişkenin daha fazla etkisi olduğuna bakıldığında ise, şekilsel zenginleştirmenin tek başına % 2,6 düzeyinde etkili olduğu görülmüştür. Yüksek ve düşük problem çözme becerisine göre yaratıcılığın alt boyutları arasındaki farklılık incelendiğinde, sözel akıcılık, sözel esneklik, sözel orijinallik alt boyutlarında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır.

Düzakın (2004), çalışmasında lise öğrencilerinin problem çözme becerilerini çeşitli değişkenler açısından incelemiştir. Çalışmaya 836 lise öğrencisi katılmıştır. Çalışmada Problem Çözme Envanteri ve Ana Baba Tutum Ölçeği kullanılmıştır.

Çalışmanın bulguları, lise öğrencilerinin problem çözme becerilerinin anne tutumuna göre farklılaşmadığını, baba tutumuna göre ise farklılaştığını ortaya çıkarmıştır. Çalışmada annenin demokratik ya da otoriter olarak algılanması, problem çözme becerisi üzerinde etkili bulunmamıştır. Ancak babasını demokratik olarak algılayan öğrencilerin problem çözme becerilerinin, babasını otoriter olarak algılayan öğrencilerden anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur. Anne ve babasını demokratik olarak algılayan öğrencilerin problem çözme becerisi, anne ve babasını otoriter olarak algılayan öğrencilerin problem çözme becerisinden anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Ayrıca çalışmaya katılan öğrencilerin problem çözme becerilerinin Anadolu Lisesinde öğrenim gören öğrenciler lehine anlamlı olduğu da görülmüştür. Çalışmada kız öğrencilerin problem çözme becerileri erkek öğrencilerin problem çözme becerilerinden anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Demografik değişkenlere göre ise (kardeş sayısı, sınıf düzeyi ve doğum sırası) problem çözme becerisinde anlamlı düzeyde bir fark bulunmamıştır.

Kalın (2003), çalışmasında öğrencilerin analitik kimyada poliasit ve polibazlarla ilgili problemleri çözerken kullandıkları problem çözme stratejilerini belirlemeyi amaçlamıştır. 3 aşamada gerçekleştirilen çalışmaya farklı üniversitelerden 232 öğrenci katılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, öğrencilere öğrenme güçlüğü anketi uygulanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise, öğrencilerin analitik kimya hakkındaki genel görüşleri, problem çözme becerileri ve poliasit ve polibazlarla ilgili problem çözme becerileri dört bölümden oluşan bir anketle belirlenmiştir. Çalışmanın üçüncü aşamasında da, öğrencilerin sınav kağıtları incelenerek, poliasit ve polibazlarla ilgili problemlere verdikleri yanıtlar analiz edilmiş ve onların problem çözme becerileri belirlenmiştir. Çalışmada anket uygulanan öğrencilerin yaklaşık olarak yarısının, analitik kimya dersinde başarı gösterememesi bu dersin onlar için zorlayıcı olduğunu göstermiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, öğrencilerin başarılarının düşük olmasında yargıların da etkisi olduğunu göstermiştir. Bu dersi anlamakta zorluk çeken öğrencilere göre, bu dersi kolay bulan öğrencilerin azınlıkta kaldıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin derste yaşadıkları anlama güçlüğü ile ilgili ifadeleri, onların en çok kavramları ve denklem oluşturmayı anlamakta zorluk yaşadıklarını göstermekte olup, özellikle problemde geçen kavramların anlaşılmasında onların problem çözme başarısını olumsuz etkilemiştir. Bu nedenle öğretmenler analitik kimya dersinde kavram öğretimine

ağırlık vermeli ve bunlarla ilgi etkinlikler düzenlemelidir. Öğrencilerin analitik kimya problemlerini çözmede başarısız olmalarında etkili olan yetersiz kavram bilgisi, onların bu ders ile ilgili problemleri çözmek için kullanacakları problem çözme yollarını da sınırlandırmakta ve onların ezber yolunu seçmelerine neden olmaktadır. Kitapta yer alan problemler ile derste yazdırılan problemler ve çözümleri üzerinde tekrar tekrar çalışarak konuyu anlamaya çalışan öğrencilerin, problem tiplerini ve çözüm yollarını ezberleyerek her karşılaştıkları problem için bu çözüm yollarını uygulamaya çalıştıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin ifadelerinden analitik kimya dersinde formüller, kavramlar, maddeler ve maddeler arası etkileşimler öğretildiği gibi bunların problem çözümünde nasıl kullanıldığının da öğretilmesi gerektiği ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca öğrenciler analitik kimya dersini ve problemlerini anlamakta zorluk çektikleri için öğretmenler derste problemleri çözerken her basamağı ne amaçla yaptığını söylemelidir. Sınav kağıtlarının analizi sonucunda, öğrencilerin problem çözmede başarısız olmalarının nedeninin çoğunlukla bilgi hatasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bilgileri eksik ya da yanlış olduğu için problemi anlamayan öğrenciler, problem için doğru strateji geliştirseler de yanlış cevaba ulaşmışlardır. Yine öğrencilerin problem çözme sırasında çözümü tamamlamadan bırakmaları, problemin amacını unutmalarından ve özellikle birden fazla algoritma ve çözüm basamağı içeren problemlerin çözümünde, algoritma ve basamaklar arasında bağlantı kuramamalarından kaynaklanmıştır. Öğrencilerin bir problemi çözebilmek için problemi anlamasında, problem ifadesinin öğrencide yanlış anlamalara sebep vermeyecek şekilde açık olması da önemlidir. Öğrencilerin problem çözme stratejilerini belirlemek amacıyla sınav kağıtlarının analiz edilmesi sonucunda, onların problemi anlamama nedenlerinden birinin de, problem ifadelerinin yeterince açık olmamasının olduğu belirlenmiştir.

Demir (1997), çalışmasında kimya öğrencilerinin analitik kimya problemlerini çözerken karşılaştıkları güçlükleri tespit etmeyi ve bu güçlüklerin nedenlerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya üniversite ikinci sınıf öğrencileri katılmış ve bu öğrencilerin analitik kimya sınav kağıtları incelenmiştir. İlk olarak bütün öğrencilerin akademik yıl boyunca girdikleri 6 sınavın kağıtları incelenmiş ve onların en çok hata yaptıkları 4 problem belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen bu 4 problem üzerinden öğrencilerin yaptıkları hatalar ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerin problem

Çözümlerinde karşılaştıkları güçlüklerin kaynaklarını tespit etmek için onlara 3 farklı anket uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında, kimya öğrencilerin çoğunun önbilgilerinin yetersiz ve matematiksel işlem becerilerinin eksik olmasının, onların analitik kimya problemlerini çözmelerinde engel oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin problem çözümünde çözümü kolaylaştıran problem çözme aşamalarını yeterince kavramadıkları anlaşılmıştır. Öğrencilerin analitik kimya dersine karşı ilgili oldukları ve bu ilginin onların problem çözümlerinde motivasyonlarının sağlanması açısından önemli olduğu fakat bu problemleri çözme konusunda cesaretsiz oldukları da çalışmanın sonuçları arasında yer almıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde çalışmanın evreni ve örnekleme, araştırma deseni, bağımlı ve bağımsız değişkenler, çalışmada kullanılan veri toplama araçları, çalışmanın uygulama aşamaları ve bu aşamaların açıklaması yer almıştır.

3.1. Evren ve Örneklem

Çalışmanın evreni, yakın bir gelecekte kimya öğretmeni olacak Kimya Eğitimi Anabilim Dalında okuyan öğrencilerden oluşmuştur. Çalışmanın örnekleme ise, 2006–2007 Öğretim Yılı Güz Döneminde, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4.sınıfta öğrenim gören 42 ve 2007–2008 Öğretim Yılı Güz Döneminde, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 4.sınıfta öğrenim gören 30 öğrenci olmak üzere toplam 72 öğrenciden oluşmuştur.

3.2. Araştırma Deseni

Çalışmada “tek grup için ön test-son test araştırma deseni” kullanılmıştır.

3.3. Değişkenler

3.3.1. Bağımlı değişkenler

Çalışmada, öğrencilerin PÇBA, BİB ve MDY seviyeleri bağımlı değişkenler olarak belirlenmiştir.

3.3.2. Bağımsız değişkenler

Çalışmada, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları bağımsız değişken olarak alınmıştır.

3.4. Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama araçları olarak, öğrencilerin PÇBA seviyelerini değerlendirmek amacıyla PÇBAE, öğrencilerin BİB seviyelerini değerlendirmek amacıyla BİBT ve öğrencilerin MDY seviyelerini değerlendirmek amacıyla MDYT kullanılmıştır. Çalışmada aynı zamanda öğrencilerin bireysel olarak problem çözme becerilerini değerlendirmek amacıyla PÇBDF ve öğrenci raporlarını

değerlendirmek amacıyla da ÖRDF kullanılmıştır. Ayrıca öğrenci performansını belirlemek için uygulamaların gerçekleştirildiği “Kimya Eğitimi II” ve “Ortaöğretimde Kimya Deneyleri” derslerinde final sınavları uygulanmıştır.

3.4.1. Problem çözme becerisini algılama envanteri

PÇBAE, bireyin problem çözme becerileri konusunda kendini algılayışını ölçmek amacıyla kullanılmaktadır. Heppner ve Petersen (1982), tarafından geliştirilen envanterin Türkçe'ye çevirisi ilk Akkoyun ve Öztan (1988), (Taylan, 1990) daha sonra Taylan (1990) ve Savaşır ve Şahin (1997) tarafından yapılmıştır. PÇBE, 35 maddeden oluşan, 1-6 arasında puanlanan Likert tipi bir ölçektir. Bu ölçek, (1) Her zaman böyle davranırım, (2) Çoğunlukla böyle davranırım, (3) Sık sık böyle davranırım, (4) Arada sırada böyle davranırım, (5) Ender olarak böyle davranırım, (6) Hiçbir zaman böyle davranmam şeklindedir. Verilen cevaplara 1 ile 6 arasında değişen puanlar verilmektedir. Puanlamada 9, 22 ve 29. maddeler puanlama dışı bırakılmakta ve puanlama 32 madde üzerinden yapılmaktadır. 1, 2, 3, 4, 11, 13, 14, 15, 17, 21, 25, 26, 30 ve 34. maddeler ters olarak puanlanmaktadır. Bu maddeleri puanlarken 1=6, 2=5, 4=3, 5=2 ve 6=1 şeklinde tersine çevrilmektedir. Envanterden alınabilecek puan ranjı 32-192 arasındadır. Puanlamada düşük puanlar, problemleri çözmede etkililiği, yüksek puanlar ise problemler karşısında etkili çözümler bulamamayı göstermektedir (Taylan, 1990).

Şahin, Şahin ve Heppner (1993), yaptıkları çalışmada envanterin Cronbach alfa içtutarlık katsayısını .88 olarak bulmuşlardır. Testin yarılama yöntemi ile hesaplanan iki yarım güvenirliği $r = .81$ olarak hesaplanmıştır. Envantere ilişkin yapılan faktör analizinde altı faktör belirlenmiştir. Bu faktörler; "Aceleci yaklaşım", "Düşünen yaklaşım", "Çekingen yaklaşım", "Kendine güvenli yaklaşım", "Planlı yaklaşım" ve "Değerlendirici yaklaşım" olarak adlandırılmıştır.

Savaşır ve Şahin (1997) ise, yaptıkları çalışmalar sonucunda, PÇBAE'nin "Problem çözme yeteneğine güven" (Alpha katsayısı = .85), "Yaklaşma-kaçınma" (Alpha katsayısı = .84) ve "Kişisel kontrol" (Alpha katsayısı = .72) olmak üzere üç faktörden (alt ölçekten) oluştuğunu belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda envanterin tümü için elde edilen Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı .90, alt ölçekler için elde edilen katsayılar ise .70 ile .85 arasında bulunmuştur. Envanterin

madde-toplam korelasyonlarının ranjının .25 ile .71 arasında, yine envanterin ve alt ölçeklerinin test-tekrar test güvenirlik katsayılarının .83 ile .89 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Keleş (2000), ilgili envanterin geçerlik ve güvenirlik çalışmasını yapmıştır. Yapılan faktör ve güvenirlik analizleri sonucunda, üç faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Birinci alt ölçek olan “Problem çözme yeteneğine güven” faktöründe 10 madde yer almıştır. Bu maddelerin faktör yük değerlerinin .47 ile .82 arasında değiştiği belirlenmiştir. Madde toplam korelasyonları ise .30 ile .73 arasında değerler almıştır. “Yaklaşma-kaçınma” alt ölçeğinde, 13 madde yer almış ve bu maddelerin faktör yükleri .41 ile .71 arasında bulunmuştur. Faktörde yer alan maddelerin madde toplam korelasyonlarının ise .32 ile .59 arasında değiştiği belirlenmiştir. “Kişisel kontrol” alt ölçeğinde faktör yük değerleri .65 ile .82 arasında değişen 5 madde yer almıştır. Bu beş maddenin madde toplam korelasyonları ise .40 ile .65 arasında olmuştur.

Güçlü (2003) de, çalışmasında envanterin geçerlik ve güvenirliğini test etmeye çalışmıştır. Ön uygulama için 35 maddeden ve üç alt ölçekten oluşan veri toplama aracı 50 lise müdürüne uygulanmıştır. Ön uygulama sonucunda elde edilen verilerle aracın geçerlik ve güvenirliği test edilmeye çalışılmıştır. Önceki araştırmalar doğrultusunda yapı geçerliği test edilen alt ölçeklerin her birinin kendi içinde tek faktörlü ve güvenilir olmasına çalışılmıştır. Her bir alt ölçekte, tek faktörlü yapı faktör analiziyle test edilmiş ve doğrulanmıştır. Ayrıca her alt ölçeğe ait güvenirlik katsayıları da hesaplanmıştır. Madde toplam korelasyonu ve faktör yük değerleri .30’un altında çıkan maddeler veri toplama aracından çıkarılmış ve analiz tekrar edilmiştir. Faktör analizi sonucunda tek faktörlü çıkan yapıların açıkladıkları varyansların yeterli olduğuna karar verilmiştir. Büyüköztürk (2002)’e göre tek faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın % 30 ve üzeri olması yeterlidir. Yapılan faktör analizi ve güvenirlik çalışmaları sonucunda, üç alt ölçekte 28 madde yer almıştır. Bu maddelerin faktörlere dağılımı farklı olmuştur. “Problem çözme yeteneğine güven” faktöründe 10; “Yaklaşma-kaçınma” faktöründe 13 ve “Kişisel kontrol” faktöründe ise 5 madde bulunmaktadır. “Problem çözme yeteneğine güven” kişinin yeni problemleri çözme yeteneğine olan inancını, “Yaklaşma-kaçınma” gelecekte başvurmak için ilk problem çözme çabalarını yeniden gözden

geçirmek için etkin bir biçimde araştırma yapmayı “Kişisel kontrol” ise problemleri durumlarda kişisel kontrolünü sürdürme yeteneğini ifade etmektedir. Faktör analizi sonucu, alt ölçeklere ait açıklanan varyans ve cronbach alpha değerleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. PÇBAE’nin alt ölçeklerine ait açıklanan varyans ve cronbach alfa değerleri

Alt Ölçek	Açıklanan Varyans (%)	Alfa
1. Problem Çözme Yeteneğine Güven	44	0.81
2. Yaklaşma-Kaçınma	37	0.84
3. Kişisel Kontrol	45	0.70

PÇBAE, EK 1’de verilmektedir.

3.4.2. Bilimsel işlem beceri testi

BİBT, öğrencilerin özellikle fen ve matematik derslerinde ve ileride karşılaşabilecek karmaşık gibi görünen problemleri analiz edebilme kabiliyetini ortaya çıkarabilmek için kullanılmaktadır. Testin orijinali, Okey et al. (1982) tarafından geliştirilmiş, çevirisi Geban vd. (1992) tarafından yapılmıştır. Test, 4 seçenekli çoktan seçmeli 36 sorudan oluşmaktadır. Testte, problemdeki değişkenleri tanımlayabilme (12), hipotez kurma, tanımlama (8), işlemsel açıklamalar getirebilme (6), problem çözümü için gerekli incelemelerin tasarlanması (3), grafik çizme ve yorumlama (7) yeteneklerini ölçen sorular bulunmaktadır. Testin geçerliliği yüksektir, tutarlılığı $\alpha=0,82$ (KR 21) dir. BİBT, EK 2’de verilmektedir.

3.4.3. Mantıksal düşünme yeteneği testi

MDYT, özellikle öğrencilerin fen ve matematik derslerinde karşılaşabileceği problemlerde neden-sonuç ilişkisini görüp, problem çözme stratejilerini ne derece kullandıklarını belirlemek için kullanılmaktadır. Bu test içindeki sorular, mantıksal ve bilimsel olarak düşünmeyi gösterecek cevapları içermektedir. Öğrencilerin düşünme yeteneklerini belirlemek amacıyla uygulanan bu test, ilk olarak Tobin and Copie (1981) tarafından geliştirilmiştir. MDYT, değişkenleri anlayabilme ve hakim olabilme, orantı kurarak korelasyon sağlayabilme, ihtimalleri değerlendirerek mantık yürütmeye dayalı 10 soru içermektedir. Testin güvenilirlik katsayısı Geban

vd. (1992) tarafından 0.77 olarak bulunmuş ve Türkçe'ye çevirisi ve uyarlaması yine Geban vd. (1992) tarafından yapılmıştır. MDYT, EK 3'te verilmektedir.

3.4.4. Problem çözme becerilerini değerlendirme formu

PÇBDF, yönetici-araştırmacının grup üyelerini bireysel olarak değerlendirdiği bir formdur (Lynch, et al. (2000), (<http://home.apex.net/~leehaven>)). Öğrencilerin problem çözme becerileri, formda yer alan ölçütlere göre değerlendirilmektedir. Formda yer alan ölçütler şunlardır: Problemin doğasını ve ilgili bilgiyi ayırt etme, açık uçlu bir problem düzenleme, açık uçlu bir problemi çözme, açık uçlu bir problemi yeniden düzenleme. Formda yer alan her beceriye, gösterilen becerinin niteliğine göre 0 (hiç) ile 4 (harika) arasında puanlar verilmektedir. Böylece her öğrenci için problem çözme becerisi puanı elde edilmektedir. PÇBDF, EK 4'te verilmektedir.

3.4.5. Öğrenci raporlarını değerlendirme formu

ÖRDF, orijinali Assesment Rubric: Lab Report (Değerlendirme Rubriği: Laboratuvar Raporu) (chem.ntci.on.ca/sch4u/InquiryRubric.pdf) olan yönetici-araştırmacı tarafından çalışma için uyarlanmış, her bir grubun ürünü olan ve laboratuvar uygulamalarının hemen ardından, öğrenci grupları tarafından grup olarak hazırlanan öğrenci raporlarını değerlendirmek için kullanılan bir formdur. Söz konusu formda öğrenci raporlarını değerlendirmeye yönelik çeşitli kriterler yer almaktadır. ÖRDF, EK 5'te gösterilmektedir.

3.4.6. Final sınavları

Çalışmanın yürütüldüğü birinci öğretim yılında, Bloom et al. (1965) tarafından yapılan taksonomiye göre alt ve üst düzey düşünme becerileri gerektiren 8 açık uçlu sorudan oluşan, çalışmanın yürütüldüğü ikinci öğretim yılında da yine Bloom et al. (1965) tarafından yapılan taksonomiye göre alt ve üst düzey düşünme becerilerini gerektiren 6 açık uçlu sorudan oluşan final sınavları yönetici-araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve alan uzmanlarına incelettilerle geçireliliği sağlanmaya çalışılmıştır. Final sınavları EK 6 ve EK 7'de gösterilmektedir.

3.5. Öğretim Süreci

Bu bölümde kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları sırasında yürütülen ön-test uygulamalarına, her grubun tüm uygulamalar süresince gerçekleştirdikleri uygulama adımlarına ve son-test uygulamalarına yer verilmiştir.

3.5.1. Ön test uygulamaları

Çalışmanın başlangıcında çalışmanın amaçları doğrultusunda kullanılmasına karar verilen PÇBAE, BİBT ve MDYT öğrencilere ön test olarak uygulanmıştır.

3.5.2. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları

Çalışma, 2006–2007 Öğretim Yılı Güz Döneminde haftada 3 saatlik “Kimya Eğitimi II” ve 2007–2008 Öğretim Yılı Güz Döneminde de yine haftada 3 saatlik “Ortaöğretimde Kimya Deneyleri” dersi kapsamında yürütülmüştür. Her iki dönemde 5 adımdan oluşan kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları (YÖK Dünya Bankası, 1997) gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın başlangıcında çalışmanın amaçları doğrultusunda kullanılmasına karar verilen PÇBAE, BİBT ve MDYT öğrencilere ön test olarak uygulanmıştır. Ön-test uygulaması tamamlandıktan sonra, öğrencilerin problem çözmenin ne anlama geldiği, problem çözme sürecinin önemi ve nasıl gerçekleştirildiği hakkındaki fikirleri araştırmacı tarafından alınmış ve bu konularda onlarla küçük bir tartışma yapılmıştır. Daha sonra da kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarının ne olduğu, bu uygulamaların hangi adımlardan oluştuğu ve bu adımlarda neler yapılması gerektiği hakkında bilgi verilmiş ve böylece uygulama öğrencilere tanıtılmıştır. Bu süreç dönemin ilk haftasında toplam 3 ders saatinde tamamlanmıştır. İkinci hafta öğrencilerden gruplar oluşturmaları istenmiştir. Birinci öğretim yılında yer alan öğrenciler rasgele 5–6 kişiden oluşan 8 grup oluştururken, ikinci öğretim yılında yer alan öğrenciler rasgele 6 kişiden oluşan 5 grup oluşturmuşlardır. Yine aynı hafta yani uygulamanın ilk adımının “Problem durumu” gerçekleştirildiği hafta, her öğrenci grubuna bir problem durumu sunulmuştur. Öğrencilere bir sonraki hafta problemlerini kesin bir dille belirlemelerinin isteneceği belirtilmiştir. Üçüncü hafta yani uygulamanın ikinci adımının “Problemi belirleme” gerçekleştirildiği hafta, öğrenci grupları ilk olarak problem durumlarını basitleştirmeye, incelenecek olayları incelenmeyecek olaylardan ayırt etmeye çalışmışlardır. Daha sonra

öğrenci grupları kendilerine verilen problem durumlarını basamaklara veya alt problemlere bölmüşler ve sonunda da problemlerini kesin çizgilerle açık bir dille ifade etmişlerdir. Öğrenci gruplarının belirledikleri problemler yönetici-araştırmacı tarafından kontrol edilmiştir. Dördüncü hafta yani uygulamanın üçüncü adımının “Hipotez Kurma” gerçekleştirildiği hafta, öğrenci grupları problemlerini çözmek için gerekli olan tüm teknik ve teorik soruları belirlemişlerdir. Daha sonra her öğrenci grubu, kendi arasında çalışmayı yürütmek için görev paylaşımı yapmış ve kendileri tarafından belirlenen problemlerine olası çözüm yolları aramaya başlamışlardır. Bu amaçla öğrenci grupları 3 hafta boyunca problemleri hakkında bilgi toplamak için kütüphaneden ve çeşitli kaynaklardan yararlanmışlardır. Bilgi toplama adımından sonraki hafta ise, her grup öğrencilerinin önerdiği çözüm yolları toplanmış ve olası çözüm yollarından biri denenmek üzere seçilmiştir. Bu çözüm yolları uygulamayı yürüten yönetici-araştırmacı tarafından kontrol edilmiştir. Yine bu adımda öğrenci grupları, problemlerini çözmek için hipotezlerini oluşturmuşlar ve seçtikleri en olası çözüm yolunu bir deney önerisi haline getirmişlerdir. Dördüncü adımda “Çözüm yolunu deneme” öğrenci gruplarına seçtikleri deney önerisi için gerekli malzeme, araç ve gereç temin edildikten sonra uygulamayı yürüten araştırmacı rehberliğinde gruplar önerdikleri deneylerini yapmak üzere ders dışında kimya laboratuvarına geçmişlerdir. Bu aşama ise birinci öğretim yılında 3 hafta sürerken, ikinci öğretim yılında ise 2 hafta sürmüştür. Deney yapma aşaması gerçekleştirilirken, deneylerini yapan öğrenci grupları sınıfta, yaptıkları deneyler sonucunda elde ettikleri sonuçları bir genelleme olarak kendi ifadeleriyle yazmışlardır. Uygulamanın beşinci ve son adımında da “Geriye dönme” yapılan deneyler sonucunda hipoteze uygun sonuçlar alamayan öğrenci grupları geri dönerek çözüm adımlarını gözden geçirmiş, hatalı yapıldığından şüphelenilen basamaktan başlayarak işlemleri tekrar etmişlerdir. Yeniden deney yapmaya ihtiyaç duyan gruplar laboratuvarında tekrar deney yapmışlardır. Daha sonra her grup kendi uygulama adımlarını birbirlerine vermişlerdir. Bir sonraki haftada öğrencilere final sınavı uygulanmıştır. Dönemin son haftasında ise, öğrencilere başlangıçta ön test olarak uygulanan veri toplama araçları son-test olarak uygulanmıştır. Ayrıca bu hafta, öğrenci grupları yaptıkları kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarını içeren raporlarını grup olarak araştırmacıya teslim etmişlerdir. Hazırlanan bu deney raporları, yine yönetici-araştırmacı tarafından ÖRDF ile değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen uygulama adımlarının tümü yönetici-

araştırmacı tarafından gözlenmiş ve gruplardaki her öğrenci için PÇBDF doldurulmuştur. PÇBDF ve ÖRDF’den elde edilen puanlar ve uygulamaların gerçekleştirildiği derslerin final sınavı notları her öğrenci için “Öğrenci Performansı” olarak belirlenmiştir. PÇBDF ve ÖRDF’den elde edilen puanların her biri öğrenci performansına %30, final sınavı notu ise %40 etkide bulunmuştur.

2006–2007 Öğretim Yılı Güz Döneminde uygulamalara katılan gruplar ve her bir grup tarafından belirlenen problemler, Çizelge 3.2’de gösterilmektedir:

Çizelge 3.2. Çalışmanın yürütüldüğü birinci öğretim yılında gruplar ve her bir grup tarafından belirlenen problemler

Gruplar	Her bir grup tarafından belirlenen problemler
1. Grup	Bitkilerin gelişiminde büyük etkiye sahip olan topraktaki asit miktarı her toprak için farklı mıdır?
2. Grup	Günlük hayatta kullandığımız demirden yapılmış malzemelerin korozyonu (pas) nasıl en aza indirilebilir?
3. Grup	İçme sularının kirlenmesinin olumsuz etkileri nasıl ortadan kaldırılabılır?
4. Grup	Avagadro yasasından yararlanarak bir elementin mol kütlesi nasıl belirlenmektedir?
5. Grup	Bazı tepkimeler gerçekleşmek için ısıya ihtiyaç duydukları, bazılarının ise dışarı ısı verdiği nasıl belirlenmektedir?
6. Grup	Korozyon olayında metallerin aktifliği önemli midir?
7. Grup	Kimyasal dengeyi sıcaklık değişimi etkiler mi?
8. Grup	Suyun sertlik derecesi kullanılan temizlik maddesi miktarını ne derece etkilemektedir?

2007–2008 Öğretim Yılı Güz Döneminde uygulamalara katılan gruplar ve her bir grup tarafından belirlenen problemler, Çizelge 3.3’te gösterilmektedir:

Çizelge 3.3. Çalışmanın yürütüldüğü ikinci öğretim yılında gruplar ve her bir grup tarafından belirlenen problemler

Gruplar	Her bir grup tarafından belirlenen problemler
1. Grup	Reaksiyonların yürüyüş hızını etkileyen faktörler nelerdir?
2. Grup	Vücudumuzda gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların hızlarına katalizörlerin ve inhibitörlerin etkileri nelerdir?
3. Grup	Kompleks yapıdaki organik bileşikler olan indikatörlerin çözeltilerin pH'sına bağlı olarak renk değiştirmelerinin nedenleri nelerdir?
4. Grup	Maddede meydana gelen fiziksel değişimlerden biri olan süblimleşme nasıl oluşmaktadır?
5. Grup	Bir karışımdaki çeşitli maddeleri, hareketli bir faz yardımı ile sabit bir faz üzerinden geçirilmelerinden ve bu geçiş sırasında da farklı hızlarla hareket edebilmelerinden yararlanarak ayırma olanaklı mıdır?

2006–2007 Öğretim Yılı Güz Döneminde uygulamalara katılan öğrenci gruplarından birinin gerçekleştirdiği uygulama adımları EK 8’de, 2007-2008 Öğretim Yılı Güz Döneminde uygulamalara katılan öğrenci gruplarından birinin gerçekleştirdiği uygulama adımları ise EK 9’da verilmektedir:

3.5.3. Son test uygulamaları

Çalışmanın sonunda çalışmanın amaçları doğrultusunda ön test olarak uygulanan PÇBAE, BİBT ve MDYT son test olarak uygulanmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarından önce ve sonra uygulanan PÇBE, BİBT ve MDYT ön ve son test sonuçları ile öğrenci performansının değerlendirilmesinden elde edilen veriler analiz edilmiştir.

4.1. Öğrencilerin Final Sınavlarındaki Performanslarına İlişkin Bulgular

Çalışmada, ilk olarak, öğrencilerin 2006–2007 Öğretim Yılı Güz Döneminde “Kimya Eğitimi II” dersinde uygulanan final sınavındaki performansları belirlenmeye çalışılmıştır. Problem çözme yaklaşımı, bilişsel alanda öğrenmeyi kapsadığı ve zihnin analiz etme, genelleme ve sentez yapma gibi en yüksek bilişsel fonksiyonları kullanmasını gerektirdiği için öğrencilere Bloom et al. (1965) tarafından yapılan taksonomiye göre alt ve üst düzey düşünme becerilerini gerektiren sorular yöneltilmiş ve öğrencilerin verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları hesaplanmıştır. Bu frekans ve yüzdeler, Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çalışmanın yürütüldüğü birinci öğretim yılında uygulanan final sınavı sorularına öğrencilerin verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları

Sorular			Doğru cevap		Kısmen doğru cevap		Yanlış cevap		Cevapsız	
			f	%	f	%	f	%	f	%
Üst düzey Sorular	Analiz Seviyesi	2.soru	20	47.6	20	47.6	2	4.8	0	0
	Analiz Seviyesi	4.soru	0	0	28	66.7	14	33.3	0	0
	Değerlendirme seviyesi	6.soru	0	0	2	4.8	40	95.2	0	0
	Değerlendirme seviyesi	8.soru	0	0	30	71.4	12	28.6	0	0
Alt düzey Sorular	Bilgi Seviyesi	1.soru	22	52.4	0	0	18	42.8	2	4.8
	Uygulama Seviyesi	3.soru	17	40.5	0	0	25	59.5	0	0
	Bilgi Seviyesi	5.soru	30	71.4	6	14.3	6	14.3	0	0
	Kavrama Seviyesi	7.soru	11	26.2	31	73.8	0	0	0	0

Çizelge 4.1 incelendiğinde, öğrencilerin alt düzey düşünme gerektiren “Bilgi” seviyesinde yer alan 1. soruya “Avagadro yasasını tanımlayınız” %52.4 oranında doğru cevap, yine “Bilgi” seviyesinde yer alan 5. soruya da “Demir korozyonunun

(paslanma) gerçekleşmesi için gerekli şartlar nelerdir?” %71,4 oranında doğru cevap verdiği görülmüştür. Öğrenciler “Kavrama seviyesinde yer alan 7. soruya “Sert suların neden olduğu problemleri sıralayınız” %73.8 oranında kısmen doğru cevap verirken, “Uygulama” seviyesinde yer alan 3. soruya “Kimyasal dengeyi sıcaklık değişiminin nasıl etkilediğini bir tepkime üzerinde gösteriniz” %59.5 oranında yanlış cevap vermiştir. Öğrencilerin üst düzey düşünme gerektiren sorulardaki performansları incelendiğinde de, “Analiz” seviyesinde yer alan sorulardan biri olan 2. soruya “Tepkime ısısı ile tepkimelerin ekzotermik ya da endotermik olarak gerçekleşmesi arasındaki ilişkiyi açıklayınız” %47.6 oranında doğru cevap verdiği, aynı seviyede yer alan 4. soruya da “Toprağın tamponlanma özelliğinin olmamasının bitkiler açısından olumsuz etkileri nelerdir?” %66.6 oranında kısmen doğru cevap verdiği görülmüştür. Öğrenciler “Değerlendirme” seviyesinde yer alan sorulardan biri olan 6. soruya “Aktif olmayan metal kullanımı her türlü korozyon olayını çözmek için kullanılabilir mi?” % 95.2 oranında yanlış cevap verirken, yine aynı seviyede yer alan 8. soruya “Aktif kömür filtreleri saf içme suyu sağlamak için kullanılabilir mi?” %71.4 oranında kısmen doğru cevap vermişlerdir.

Öğrencilerin 2007–2008 Öğretim Yılı Güz Döneminde “Ortaöğretimde Kimya Deneyleri” dersinde uygulanan final sınavındaki performanslarını belirlemek için de yine öğrencilerin Bloom et al. (1965) tarafından yapılan taksonomiye göre alt ve üst düzey düşünme becerilerini gerektiren sorulara verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları hesaplanmıştır. Bu frekans ve yüzdeler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çalışmanın yürütüldüğü ikinci öğretim yılında uygulanan final sınavı sorularına öğrencilerin verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları

Sorular			Doğru cevap		Kısmen doğru cevap		Yanlış cevap		Cevapsız	
			f	%	f	%	f	%	f	%
Üst düzey sorular	Analiz seviyesi	2.soru	19	63.3	5	16.7	6	20	0	0
	Analiz seviyesi	3.soru	4	13.3	24	80	2	6.7	0	0
	Sentez seviyesi	6.soru	0	0	0	0	29	96.7	1	3.3

Çizelge 4.2. devam ediyor.

Alt düzey sorular	Bilgi seviyesi	1.soru	2	6.7	24	80	0	0	4	13.3
	Kavrama seviyesi	4.soru	10	33.3	20	66.7	0	0	0	0
	Uygulama seviyesi	5.soru	1	3.3	15	50	14	46.7	0	0

Çizelge 4.2 incelendiğinde, öğrencilerin alt düzey düşünme gerektiren “Bilgi”, “Kavrama” ve “Uygulama” seviyesinde yer alan 3 soruya verdikleri cevaplardan, onların kısmen doğru cevap yüzdelerinin en fazla olduğu görülmüştür. Öğrenciler, “Bilgi” seviyesinde yer alan 1. soruya “Kimyasal kinetiği tanımlayınız” %80, “Kavrama” seviyesinde yer alan 4. soruya “Maddede meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler arasındaki farklılıklar nelerdir?” %66.7 ve “Uygulama” seviyesinde yer alan 5. soruya ise “Katalizör kullanımı reaksiyon hızını nasıl etkilemektedir? % 50 oranında kısmen doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin üst düzey düşünme gerektiren sorulardaki performansları incelendiğinde de, “Analiz” seviyesinde yer alan 2. soruya “Katı faz yüzey alanı büyüklüğü ile reaksiyon hızı arasındaki ilişkiyi açıklayınız” % 63.3 oranında doğru cevap verdikleri, yine “Analiz” seviyesinde yer alan 3. soruya da “pH ile asitlik ve alkalilik arasındaki ilişkiyi açıklayınız” % 80 oranında kısmen doğru cevap verdikleri görülmüştür. Fakat “Sentez” seviyesinde yer alan 6. soruya ise, “Homojen karışımları ayırmada kromatografi yönteminin kullanımı hangi durumlarda uygun olabilir?” %96.7 oranında yanlış cevap verdikleri görülmüştür.

4.2. Öğrencilerin Problem Çözme Becerilerini Algılama Düzeylerine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin problem çözme becerilerini algılama düzeylerini belirlemek için PÇBAE son test verileri için “Problem çözme yeteneğine güven”, “Yaklaşma-kaçınma” ve “Kişisel kontrol” faktörlerinde yer alan maddelere ilişkin ortalama puanlar ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Güçlü (2003)’ün çalışmasında olduğu gibi, PÇBAE’de yer alan her üç faktör için, her faktörde yer alan maddelerin ortalaması alınmış ve istatistiksel karşılaştırmalar bu ortalama puanlar dikkate alınarak yapılmıştır. Öğrencilerin PÇBAE’nin “Problem çözme yeteneğine güven” faktöründe yer alan maddelere ilişkin ortalama puanlarına ait betimsel veriler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. “Problem çözme yeteneğine güven” faktöründe yer alan maddelere ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri

İfadeler	N	$\bar{X}$	S
5. Sorunlarımı çözme konusunda genellikle yaratıcı ve etkili çözümler üretebilirim.	72	2,48	0,93
10. Başlangıçta çözümünü fark etmesem de sorunlarımın çoğunu çözme yeteneğim vardır.	72	2,29	0,84
12. Genellikle kendimle ilgili kararları verebilirim ve bu kararlardan hoşnut olurum.	72	2,13	0,98
19. Bir sorunumu çözmek üzere plan yaparken o planı yürütebileceğime inanırım.	72	2,38	0,88
23. Yeterince zamanım olur ve çaba gösterirsem karşılaştığım sorunların çoğunu çözebileceğime inanıyorum.	72	2,19	1,08
24. Yeni bir durumla karşılaştığımda ortaya çıkabilecek sorunları çözebileceğime inancım vardır.	72	2,08	0,96
27. Yeni ve zor sorunları çözebilme yeteneğime güveniyorum.	72	2,26	0,93
33. Bir karar verdikten sonra ortaya çıkan sonuç genellikle benim beklediğim sonuca uyar.	72	2,63	0,93
34. Bir sorunla karşılaştığımda o durumla başa çıkabileceğimden genellikle pek emin değilimdir.	72	2,88	1,38
35. Bir sorunun farkına vardığımda ilk yaptığım şeylerden biri sorunun tam olarak ne olduğunu anlamaya çalışmaktır.	72	1,93	0,87
Toplam	72	2,33	0,59

Çizelge 4.3 incelendiğinde, uygulamaya katılan öğrencilerin PÇBAE’nin “Problem çözme yeteneğine güven” faktöründe yer alan maddelere ilişkin algılarına ait genel ortalama puan 2,33olarak hesaplanmıştır.

Öğrencilerin PÇEAB’nin “Yaklaşma-kaçınma” faktöründe yer alan maddelere ilişkin algı puanlarına ait betimsel veriler Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. “Yaklaşma-kaçınma” faktöründe yer alan maddelere ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri

İfadeler	N	$\bar{X}$	S
1. Bir sorunumu çözmek için kullandığım çözüm yolları başarısız ise bunların neden başarısız olduğunu araştırmam.	72	2,44	1,29
2. Zor bir sorunla karşılaştığımda ne olduğunu tanı olarak belirleyebilmek için nasıl bilgi toplayacağımı uzun boylu düşünmem.	72	3,66	1,66
4. Bir sorunumu çözdükten sonra bu sorunu çözerken neyin işe yaradığını neyin yaramadığını ayrıntılı olarak düşünmem.	72	2,16	0,99
6. Bir sorunumu çözmek için belli bir yolu denedikten sonra durur ve ortaya çıkan sonuç ile olması gerektiğini düşündüğüm sonucu karşılaştırırım.	72	3,61	1,54
13. Bir sorunla karşılaştığımda onu çözmek için genellikle aklıma gelen ilk yolu izlerim.	72	3,81	1,22
15. Bir sorunla ilgili olası bir çözüm yolu üzerinde karar vermeye çalışırken seçeneklerimin başarı oranını tek tek değerlendiririm.	72	2,87	1,12
16. Bir sorunla karşılaştığımda başka konuya geçmeden önce durur ve o sorun üzerinde düşünürüm.	72	2,52	0,91
17. Genellikle aklıma ilk gelen fikir doğrultusunda hareket ederim.	72	3,38	1,27
18. Bir karar vermeye çalışırken her seçeneğin sonuçlarını ölçer, tartar, birbiriyle karşılaştırır sonra karar veririm.	72	2,73	0,99
20. Belli bir çözüm planımı uygulamaya koymadan önce nasıl bir sonuç vereceğini tahmin etmeye çalışırım.	72	2,47	0,82
21. Bir soruna yönelik olası çözüm yollarını düşünürken çok fazla seçenek üretmem.	72	3,80	1,52
30. Bir sorunla karşılaştığımda bu sorunun çıkmasında katkısı olabilecek benim dışımdaki etmenleri genellikle dikkate almam.	72	3,47	1,52
31. Bir konuyla karşılaştığımda ilk yaptığım şeylerden biri durumu gözden geçirmek ve konuyla ilgili olabilecek her türlü bilgiyi dikkate almaktır.	72	2,59	1,12
Toplam	72	3,04	0,41

Çizelge 4.4 incelendiğinde, uygulamaya katılan öğrencilerin “Yaklaşma-kaçınma” faktöründe yer alan maddelere ilişkin algılarına ait genel ortalama puan 3,04 olarak hesaplanmıştır.

Öğrencilerin PÇBAE’ nin “Kişisel kontrol” faktöründe yer alan maddelere ilişkin algı puanlarına ait betimsel veriler Çizelge 4.5’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. “Kişisel kontrol” faktöründe yer alan maddelere ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri

İfadeler	N	$\bar{X}$	S
3. Bir sorunumu çözmek için ilk çabalar başarısız olursa o sorun ile başa çıkabileceğimden şüpheye düşerim.	72	2,48	1,11
14. Bazen durup sorunlarım üzerinde düşünmek yerine gelişigüzel sürüklenip giderim.	72	2,62	1,06
25. Bazen bir sorunu çözmek için çabaladığım halde bir türlü esas konuya giremediğim ve gereksiz ayrıntılarla uğraştığım duygusunu yaşarım.	72	3,09	1,17
26. Ani kararlar verir ve sonra pişmanlık duyarım.	72	2,61	1,12
32. Bazen duygusal olarak öylesine etkilenirim ki sorunumla başa çıkma yollarından pek çoğunu dikkate bile almam.	72	2,93	1,14
Toplam	72	2,75	0,81

Çizelge 4.5 incelendiğinde, PÇBAE’nin “Kişisel kontrol” faktöründe yer alan maddelere ilişkin algılarına ait genel ortalama puan 2.75 olarak hesaplanmıştır.

PÇBAE’ nin son test verileri için yapılan toplam puan analizi de Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. PÇBAE son test verileri için toplam puan analizi

N	Ortalama Puan	Mod	Medyan	Minimum Puan	Maksimum Puan	S
72	67,24	50	66,53	31,04	96,04	15,23

Çizelge 4.6 incelendiğinde, problem çözme becerisi envanterinden alınan en düşük puanın 31,04, en yüksek puanın ise 96,04 olduğu görülmektedir. Tüm öğrencilerin aldıkları puanların ortalama değeri ise 67,24 olarak belirlenmiştir.

4.3. Problem Çözme Becerisini Algılama Envanterinden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarından önce ve sonra PÇBA seviyelerini değerlendirmek için, PÇBAE ön ve son test olarak uygulanmıştır. Ön ve son testten elde edilen veriler, bilgisayar ortamında SPSS paket programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Çalışmada ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı gruplar için t-testi yapılmıştır. Bulgular, Çizelge 4.7’de verilmektedir.

Çizelge 4.7. PÇBAE ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı gruplar için t-testi bulguları

	N	$\bar{X}$	S	t	p
Ön test	72	70,91	13,75	- 2,005	0,049
Son test	72	67,24	15,23		

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin problem çözme becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışa neden olduğu belirlenmiştir ($t_{(71)}=-2,005$, $p<0,05$).

4.4. Bilimsel İşlem Beceri Testinden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarından önce ve sonra BİB seviyelerini değerlendirmek için BİBT ön ve son test olarak uygulanmıştır. Ön ve son testten elde edilen veriler, bilgisayar ortamında SPSS paket programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Çalışmada ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı gruplar için t-testi yapılmıştır. Bulgular, Çizelge 4,8’de verilmektedir.

Çizelge 4.8. BİBT ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı gruplar için t-test bulguları

	N	$\bar{X}$	S	t	p
Ön test	72	56,40	18,61	-4,530	0,000
Son test	72	65,74	12,40		

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin bilimsel işlem becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışa neden olduğu belirlenmiştir ($t_{(71)}=-4,530$, $p<0,05$).

4.5. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testinden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarından önce ve sonra MDY seviyelerini değerlendirmek için MDYT ön ve son test olarak uygulanmıştır. Ön ve son testten elde edilen veriler, bilgisayar ortamında SPSS paket programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Çalışmada ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında, bağımlı gruplar için t-testi yapılmıştır. Bulgular, Çizelge 4.9'da verilmektedir.

Çizelge 4.9. MDYT ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı gruplar için t-testi bulguları

	N	$\bar{X}$	S	t	p
Ön test	72	4,97	2,34	- 7,768	0,000
Son test	72	7,26	1,64		

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışa neden olduğu belirlenmiştir ($t_{(71)}=-7,768$, $p<0,05$).

4.6. PÇBA, BİB ve MDY ile Öğrenci Performansı Arasındaki İlişki İle İlgili Bulgular

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE, BİBT ve MDYT son test sonuçlarının birlikte, öğrenci performansının ne kadarını yordadığını incelemek için ise çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Bulgular, Çizelge 4.10'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.10. PÇBAE, BİBT ve MDYT son test sonuçlarının birlikte öğrenci performansını yordamasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi bulguları

Model	Standartlaşmamış katsayılar		Stand. katsayılar	T	p	İkili r	Kısmi r
	B	Std. Hata	Beta				
Sabit	70,762	8,933		7,921	,000		
PÇBE	-,200	,067	-,310	-2,987	,004	-,474	-,341
BİBT	-2,01x10 ⁻²	,085	-,025	-,237	,813,	,303	-,029
MDYT	2,841	,632	,476	4,496	000	,578	,479

R= ,644, R²= ,415, F=16,064, p= ,000, Bağımlı değişken: Öğrenci performansı, Bağımsız değişkenler: PÇBA, BİB ve MDY

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları sonucunda belirlenen öğrenci performansındaki değişimin %42'sinin modele dahil edilen PÇBA, BİB ve MDY değişkenleri tarafından birlikte açıklandığı Çizelge 4.10'da görülmektedir. Regresyon analizi sonuçlarına göre, öğrenci performansının yordanmasına ilişkin regresyon eşitliği (matematiksel model) aşağıdaki gibidir;

$$\text{Öğrenci Performansı} = 70,762 - 0,200 \text{ PÇBA} - 2,01 \times 10^{-2} \text{ BİB} + 2,841 \text{ MDY}$$

4.7. PÇBAE ile BİBT (Son test sonuçları) Arasındaki İlişki ile İlgili Bulgular

PÇBA ile BİB arasındaki ilişkiyi ve bu ilişkinin yönünü belirlemek için basit korelasyon analizi yapılmış ve korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bulgular, Çizelge 4.11'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.11. PÇBAE ile BİBT (son test sonuçları) arasındaki ilişki ile ilgili bulgular

	PÇBAE	BİBT
PÇBAE Pearson korelasyon sabiti p (iki yönlü) N	1 ,72	-,394** ,001 72
BİBT Pearson korelasyon sabiti p (iki yönlü) N	-,394** ,001 72	1 ,72

** Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelge 4.11 incelendiğinde, öğrencilerin PÇBA'ları ile BİB'leri arasında % 1 önem seviyesinde korelasyon olduğu görülmektedir. Buna göre, öğrencilerin PÇBA'ları

ile BİB'leri arasında orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu gözlenmiştir ($r=-,394$).

4.8. PÇBAE ile MDYT (Son test sonuçları) Arasındaki İlişki ile İlgili Bulgular

PÇBA ile MDY arasındaki ilişkiyi ve bu ilişkinin yönünü belirlemek için basit korelasyon analizi yapılmış ve korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bulgular, Çizelge 4.12'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.12. PÇBAE ve MDYT (son test sonuçları) arasındaki ilişki ile ilgili bulgular

	PÇBAE	MDYT
PÇBE Pearson korelasyon sabiti p (iki yönlü) N	1 ,72	-,365** ,002 72
MDYT Pearson korelasyon sabiti p (iki yönlü) N	-,365** ,002 72	1 ,72

** Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır.

Çizelge 4.12 incelendiğinde, öğrencilerin PÇBA'ları ile MDY'leri arasında % 1 önem seviyesinde korelasyon olduğu görülmektedir. Buna göre, öğrencilerin PÇBA'ları ile MDY'leri arasında orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu gözlenmiştir ($r=-,365$).

4.9. Araştırma Hipotezlerinin Değerlendirme Sonuçları

Verilerin analizi ile elde edilen sonuçlar ile çalışmada kurulan araştırma hipotezlerinin kontrolü aşağıda verilmektedir.

Araştırma Hipotezi 1

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin, uygulamaların yürütüldüğü dersler kapsamında uygulanan final sınavlarında yer alan alt ve üst düzey düşünme becerileri gerektiren sorulardaki performansları yüksektir.

Sonuç 1

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamaların yürütüldüğü dersler kapsamında uygulanan final sınavlarında yer alan alt ve üst düzey düşünme becerileri gerektiren sorulardaki performansları incelendiğinde, öğrencilerin bu sorulardaki performanslarının alt ve üst düzey sorular için genellikle orta düzeyde olduğu görülmüştür.

Araştırma Hipotezi 2

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin problem çözme becerilerini algılama düzeyleri yüksektir.

Sonuç 2

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin, PÇBAE'nin üç faktöründe de belirtilen problem çözme becerilerini algılamalarının genellikle orta düzeyde olduğu görülmektedir. Taylan (1990)'a göre envanterde 1.00 sayısal değerine yakınlık, problem çözme konusunda yeterliği gösterirken, 6.00 sayısal değerine yakınlık problem çözme konusunda yetersizliği göstermektedir. Puanlamada düşük puanlar, problemleri çözmede etkililiği, yüksek puanlar ise, problemler karşısında etkili çözümler bulamamayı gösterdiği için, çalışmaya katılan öğrencilerin problem çözme becerilerine ilişkin algılarının genellikle orta düzeyde olduğu söylenebilmektedir.

Araştırma Hipotezi 3

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin, uygulamalardan önce ve sonra PÇBA seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

Sonuç 3

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin, uygulamalardan önce ve sonra PÇBA seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($t_{(71)}=-2,005$, $p<0,05$). Elde edilen bu bulgu, öğrencilerin

gerçekleştirdiği kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarının, onların PÇBA seviyelerini artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Araştırma Hipotezi 4

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra BİB seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

Sonuç 4

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin, uygulamalardan önce ve sonra BİB seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($t_{(71)}=-4,530$, $p<0,05$). Elde edilen bu bulgu, öğrencilerin gerçekleştirdikleri kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarının, onların BİB seviyelerini artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Araştırma Hipotezi 5

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra MDY seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır.

Sonuç 5

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra MDY seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($t_{(71)}=-7,768$, $p<0,05$). Elde edilen bu bulgu, öğrencilerin gerçekleştirdikleri kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarının, onların MDY seviyelerini artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Araştırma Hipotezi 6

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin performanslarına PÇBA, BİB ve MDY değişkenlerinin birlikte istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır.

Sonuç 6

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları sonucunda belirlenen öğrenci performansındaki değişimin %42'si, PÇB, BİB ve MDY değişkenlerindeki değişimler tarafından birlikte açıklanmaktadır ($R = ,644$, $R^2 = ,415$, $F = 16,064$, $p = ,000$).

Araştırma Hipotezi 7

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE son test sonuçları ile BİBT son test sonuçları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Sonuç 7

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin, PÇBA seviyeleri ile BİB seviyeleri arasında % 1 önem seviyesinde korelasyon olduğu görülmektedir. Buna göre, öğrencilerin PÇBA seviyeleri ile BİB seviyeleri arasında orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişki vardır ($r = -,394$). Elde edilen negatif ilişki, öğrencilerin PÇBA seviyelerinin arttığı durumda, BİB seviyelerini azaldığını göstermektedir. Bu da, istenen bir sonuçtur. Çünkü PÇBAE'den alınan yüksek puanlar, problemler karşısında etkili çözümler bulamamayı göstermektedir (Taylan, 1990). Bu durumda, problem çözme becerisinin düşük olduğunu ifade etmektedir.

Araştırma Hipotezi 8

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE son test sonuçları ile MDYT son test sonuçları arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Sonuç 8

Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin, PÇBA seviyeleri ile MDY seviyeleri arasında % 1 önem seviyesinde korelasyon olduğu görülmektedir. Buna göre öğrencilerin PÇB seviyeleri ile MDY seviyeleri arasında orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişki vardır ($r = -,365$). Elde edilen negatif ilişki, öğrencilerin PÇBA seviyelerinin arttığı durumda MDY seviyelerinin azaldığını göstermektedir. Bu da, istenen bir sonuçtur. Çünkü PÇBAE'den alınan yüksek

puanlar, problemler karşısında etkili çözümler bulamamayı göstermektedir (Taylan, 1990). Bu durumda, problem çözme becerisinin düşük olduğunu ifade etmektedir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları sonucunda elde edilen sonuçlar sunulmuş ve bu sonuçlar tartışılmıştır.

Öğrencilerin kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları ile çeşitli kimya konuları ile ilgili problemlere çözümler bulmalarının amaçlandığı çalışmada, öğrenciler 5 adımdan oluşan kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları (YÖK Dünya Bankası, 1987) gerçekleştirmişlerdir.

Çalışmanın ilk alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamaların yürütüldüğü dersler kapsamında uygulanan final sınavlarında yer alan, alt ve üst düzey düşünme becerileri gerektiren sorulardaki performansları belirlenmeye çalışılmış ve sonuçlar tartışılmıştır. Problem çözme yaklaşımı, bilişsel alanda öğrenmeyi kapsadığı ve bilişsel alan da, bilginin edinilmesi ve uygulanması ile ilgili bir alan olduğu için, Bloom et. al (1965) tarafından yapılan taksonomiye uygun final sınavı soruları yönetici-araştırmacı tarafından hazırlanmıştır.

İlk aşamada, 2006–2007 Öğretim Yılı Güz Döneminde “Kimya Eğitimi II” dersinde uygulanan final sınavına katılan öğrencilerin performanslarını belirlemek için, onların Bloom et al. (1965) tarafından yapılan taksonomiye göre alt ve üst düzey düşünme becerileri gerektiren sorulara verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları hesaplanmıştır. Daha sonra da öğrencilerin verdikleri cevaplar tek tek soru bazında incelenmiştir.

1. soru: Avagadro yasasını tanımlayınız.

Bu soru, öğrencinin bilgiyi tanımasını veya hatırlamasını içeren, öğrencinin bilgiyi sadece öğrenildiği şekilde hatırlamasını gerektiren (Baysen, 2006) “Bilgi” seviyesinde yer alan alt düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %52,4’ü bu soruya doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, bazı öğrencilerin avagadro yasası yerine avagadro sayısını tanımladıkları görülmüştür. Bazı öğrenciler ise, bir gazın mol sayısı ile kapladığı hacmin doğru orantılı olduğunu ifade etmiş fakat bu ifadenin hangi şartlar altında geçerli olduğunu belirtmemişlerdir.

2. soru: Tepkime ısısı ile tepkimelerin ekzotermik ya da endotermik olarak gerçekleşmesi arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Bu soru, öğrencilerin kritik ve derinlemesine düşünmelerini, uygun bilgileri değerlendirerek ve analiz ederek bu bilgilere bağlı olan sonuca ve genellemeye varmasını, bir sonucu veya genellemeyi analiz ederek onu destekleyen veya ret eden kanıtları bulmasını gerektiren (Baysen, 2006) “Analiz” seviyesinde yer alan üst düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin % 47,6’sı bu soruya doğru cevap ve yine %47,6’sı bu soruya kısmen doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, bazı öğrencilerin ekzotermik ve endotermik tepkimeler gerçekleşirken ısı alındığını ya da verildiğini belirtmelerine rağmen, bu durumlarda tepkime ısısının neyi ifade ettiğini belirtmedikleri görülmüştür. Yani öğrencilerin bir kısmının tepkime ısısının ne olduğunu bilmedikleri ve tepkime ısısı ile tepkimelerin endotermik ya da ekzotermik gerçekleşmesi arasındaki ilişkiyi tam olarak kuramadıkları görülmüştür.

3. soru: Kimyasal dengeyi sıcaklık değişiminin nasıl etkilediğini bir tepkime üzerinde gösteriniz.

Bu soru, öğrencinin daha önceden öğrendiği bilgileri kullanarak farklı bir problemi çözmesini isteyen (Baysen, 2006) “Uygulama” seviyesinde yer alan alt düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %59,5’i bu soruya yanlış cevap verirken, %40,5’i doğru cevap vermişlerdir. Doğru cevap veren öğrencilerin dengedeki sistemin sıcaklığının değişmesi ile dengenin nasıl değişeceğini, tepkimenin ekzotermik yada endotermik oluşunun belirlediğini ifade ettikleri görülmüştür. Bazı öğrencilerin ise, kimyasal denge ile sıcaklık değişimi arasındaki ilişkiyi doğru olarak açıklamasına rağmen, bu ilişkiyi yanlış bir tepkime üzerinden gösterdiği, bazı öğrencilerin de, sadece yanlış bir tepkime yazıp açıklama yapmadığı görülmüştür.

4. soru: Toprağın tamponlanma özelliğinin olmamasının bitkiler açısından olumsuz etkileri nelerdir?

Bu soru, öğrencilerin kritik ve derinlemesine düşünmelerini, uygun bilgileri değerlendirip ve analiz ederek bu bilgilere bağlı olan sonuca ve genellemeye varmasını, bir sonucu veya genellemeyi analiz ederek onu destekleyen veya ret

eden kanıtları bulmasını gerektiren (Baysen, 2006) “Analiz” seviyesinde yer alan üst düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin % 66,7’si bu soruya kısmen doğru cevap vermiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, çoğunluğunun toprağın tamponlama özelliği kalktığında toprağın pH değeri değişeceği için bitkilerin bundan olumsuz etkileneceğini belirttikleri görülmüş fakat toprağın pH değerinin değişmesinin bitkiler için neden önemli olduğunu belirtmedikleri görülmüştür. Ancak öğrencilerin çok az bir kısmı toprağın tamponlama özelliği ile toprağın pH değeri arasındaki ilişkiyi tam olarak kurabilmiştir. Yanlış cevap veren öğrencilerin ise, toprağın tamponlama özelliğinin önemini tam olarak kavrayamadığı görülmüştür.

5. soru: Demir korozyonunun (paslanma) gerçekleşmesi için gerekli şartlar nelerdir?

Bu soru, öğrencinin bilgiyi tanımasını veya hatırlamasını içeren, öğrencinin bilgiyi sadece öğrenildiği şekilde hatırlaması gerektiren (Baysen, 2006) “Bilgi” seviyesinde yer alan alt düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %71,4’ü bu soruya doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, onların çoğunluğunun demir korozyonun gerçekleşmesi için gerekli olan şartları sıraladığı görülmüştür.

6. soru: Aktif olmayan metal kullanımı her türlü korozyon olayını çözmek için kullanılabilir mi?

Bu soru, öğrencinin kendi fikir ve düşüncelerini kullanarak herhangi bir konudaki fikir, amaç, probleme bulunan cevap, işlem, metot veya ürün hakkında karar vermesini ve verdiği kararları savunmasını gerektiren (Baysen, 2006) “Değerlendirme” seviyesinde yer alan üst düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %95,2’si bu soruya yanlış cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, bu soruyu doğru cevaplama oranının çok düşük olduğu görülmüştür. Öğrencilerin çoğu bu soruya herhangi bir açıklama yapmamıştır.

7. soru: Sert suların neden olduğu problemleri sıralayınız.

Bu soru, öğrencinin öğrendiği materyalleri akıllı bir şekilde organize edip düzenlemelerini sağlayacak kadar öğrenmiş olmasını, hatırlamadan daha ileri olan

bir düşünme seviyesine geçmesini, materyali kavrayıp tekrardan ifade etmesini ve onu kendi kelimeleri ile ifade edip karşılaştırmalar yapmak için kullanabilmesini gerektiren (Baysen, 2006) “Kavrama” seviyesinde yer alan alt düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %73,8’i bu soruya kısmen doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, onların çoğunluğunun tam olmasa bile sert suların neden olduğu problemleri sıralayabildiği görülmüştür. Sert sular çeşitli mutfak gereçlerinde ve yüzeylerde tortulara ve lekeler neden olur, sert sular daha çok sabun ve deterjan tüketilmesine neden olur, sert sular kireç oluşumuna neden olur gibi ifadeler öğrencilerin sert suların neden olduğu problemlere verdikleri örneklerden bazılarıdır.

8. soru: Aktif kömür filtreleri saf içme suyu sağlamak için kullanılabilir mi?

Bu soru, öğrencinin kendi fikir ve düşüncelerini kullanarak herhangi bir konudaki fikir, amaç, probleme bulunan cevap, işlem, metot veya ürün hakkında karar vermesini ve verdiği kararları savunmasını gerektiren (Baysen, 2006) “Değerlendirme” seviyesinde yer alan üst düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %71,4’ü bu soruya kısmen doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, onların çoğunluğunun bu soruya evet cevabı verdiği görülmüş ve evet cevabı veren öğrencilerin aktif karbonun absorpsiyon özelliği ile sudaki bazı kirleticileri absorbladığını belirttikleri görülmüştür. Evet cevabı veren öğrencilerin bir kısmının ise yanlış açıklama yaptığı görülmüştür.

İkinci aşamada da, 2007–2008 Öğretim Yılı Güz Döneminde “Ortaöğretimde Kimya Deneyleri” dersinde uygulanan final sınavına katılan öğrencilerin performanslarını belirlemek için, onların Bloom et al. (1965) tarafından yapılan taksonomiye göre alt ve üst düzey düşünme becerileri gerektiren sorulara verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları hesaplanmıştır. Daha sonra da öğrencilerin verdikleri cevaplar tek tek soru bazında incelenmiştir.

1. soru: Kimyasal kinetiği tanımlayınız.

Bu soru, öğrencinin bilgiyi tanımasını veya hatırlamasını içeren, öğrencinin bilgiyi sadece öğrenildiği şekilde hatırlaması gerektiren (Baysen, 2006) “Bilgi”

seviyesinde yer alan alt düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %80'i bu soruya kısmen doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, onların çoğunluğunun kimyasal kinetiğin sadece reaksiyon hızını ve reaksiyon hızına etki eden faktörleri içerdiğini ifade ettiği görülmüştür. Fakat kimyasal kinetiğin, ifade edilenlere ek olarak reaksiyonların mekanizmasını da kapsadığı hakkında fikir belirtmemişlerdir.

2. soru: Katı faz yüzey alanı büyüklüğü ile reaksiyon hızı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Bu soru, öğrencilerin kritik ve derinlemesine düşüncelerini, uygun bilgileri değerlendirip ve analiz ederek bu bilgilere bağlı olan sonuca ve genellemeye varmasını, bir sonucu veya genellemeyi analiz ederek onu destekleyen veya ret eden kanıtları bulmasını gerektiren (Baysen, 2006) “Analiz” seviyesinde yer alan üst düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin % 63,3'ü bu soruya doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin çok az bir kısmının katı faz yüzey alanı büyüklüğü arttıkça reaksiyon hızının da artacağını ifade etmelerine rağmen, bunu nedenini açıklayamadıkları görülmüştür. Öğrencilerin diğer bir azınlığı da, yüzey alanı büyüklüğü arttıkça reaksiyona girecek tanecik sayısının artacağını belirtirken, bunun hız ile nasıl bir ilişkisi olduğunu açıklamamıştır.

3. soru: pH ile asitlik ve alkalilik arasındaki ilişkiyi açıklayınız

Bu soru, öğrencinin öğrendiği materyalleri akıllı bir şekilde organize edip düzenlemelerini sağlayacak kadar öğrenmiş olmasını, hatırlamadan daha ileri olan bir düşünme seviyesine geçmesini, materyali kavrayıp tekrardan ifade etmesini ve onu kendi kelimeleri ile ifade edip karşılaştırmalar yapmak için kullanabilmesini gerektiren (Baysen, 2006) “Analiz” seviyesinde yer alan üst düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %80'i bu soruya kısmen doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, çoğunun pH'nın artıp azalması ile asitlik ve alkaliliğin değiştiğini ifade etmelerine rağmen, bu değişimin neye bağlı olarak gerçekleştiğini belirtmedikleri görülmüştür. pH'nın ne ifade ettiğini belirten öğrenci sayısının oldukça az olduğu görülmüştür.

4. soru: Maddede meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler arasındaki farklılıklar nelerdir?

Bu soru, öğrencinin öğrendiğı materyalleri akıllı bir şekilde organize edip düzenlemelerini sağlayacak kadar öğrenmiş olmasını, hatırlamadan daha ileri olan bir düşünme seviyesine geçmesini, materyali kavrayıp tekrardan ifade etmesini ve onu kendi kelimeleri ile ifade edip karşılaştırmalar yapmak için kullanabilmesini gerektiren (Baysen, 2006) “Kavrama” seviyesinde yer alan alt düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %66,7’si bu soruya kısmen doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, onların genel olarak fiziksel değişimin maddenin iç yapısı değişmeden sadece dış görünüşünde meydana gelen değişim ve kimyasal değişimin ise maddenin kimyasal özelliklerinin değişimine neden olan değişim olduğunu ifade ettikleri yani bu değişimler sırasında maddenin hangi özelliklerinin değiştiğini bildikleri görülmüştür. Fakat öğrencilerin çoğunluğunun, bu değişimlerin geri dönüşümlü olup olmadığı hakkında fikir belirtmedikleri görülmüştür.

5. soru: Katalizör kullanımı reaksiyon hızını nasıl etkilemektedir?

Bu soru, öğrencinin daha önceden öğrendiğı bilgileri kullanarak farklı bir problemi çözmelerini isteyen (Baysen, 2006) “Uygulama” seviyesinde yer alan alt düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %50’si bu soruya kısmen doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin çoğu katalizörlerin tepkimelerin aktifleşme enerjisini düşürerek tepkimelerin hızını artırdığını ifade etmişler fakat tepkimelerin aktifleşme enerjisinin düşürülmesi ile tepkime hızının neden arttığını belirtmedikleri görülmüştür. Yine öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, onların çoğunluğunun katalizörlerin tepkime mekanizmasına nasıl etki ettiği hakkında fikir belirtmedikleri görülmüştür. Sadece bir öğrenci, katalizörlerin tepkime mekanizmasını değiştirdiğini yani tepkimelerin daha farklı bir yol izlemesine neden olarak tepkime hızını artırdığını belirtmiştir. Öğrencilerin bir kısmının da, katalizörlerin tepkime hızını artırdığını belirtmelerine rağmen, bunun nedenini açıklamadıkları görülmüştür.

6. soru: Homojen karışımları ayırmada kromatografi yönteminin kullanımı hangi durumlarda uygun olabilir?

Bu soru, öğrencinin orijinal ve yaratıcı düşünmesini isteyen, ürünler, desenler ve fikirler ortaya atmasını gerektiren, deneyler düzenlemesini ve hipotezleri test etmelerini sağlayan (Baysen, 2006) “Sentez” seviyesinde yer alan üst düzey düşünme becerisi gerektiren bir sorudur. Öğrencilerin %96,7’si bu soruya yanlış cevap vermişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, bu soruyu doğru cevaplama oranının çok düşük olduğu görülmüştür. Öğrencilerin çoğunluğu bu soruya cevap olarak kromotografi yönteminin tanımını yapmış fakat bu yöntemin homojen karışımları ayırmak için hangi durumlarda kullanıldığı hakkında bir açıklama yapmamışlardır.

Çalışmanın ikinci alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin problem çözme becerilerini algılama düzeylerini belirlemek için, Güçlü (2003)’nün çalışmasında olduğu gibi, PÇBAE’nin “Problem çözme yeteneğine güven”, “Yaklaşma-kaçınma” ve “Kişisel kontrol” faktörlerinde yer alan maddelere ilişkin ortalama puanlar ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

PÇBAE’nin “Problem çözme yeteneğine güven” faktöründe yer alan maddelere ait hesaplanan ortalama puanlar dikkate alındığında, öğrencilerin genel olarak problem çözme yeteneklerine güvendikleri söylenebilmektedir. Bu faktörde yer alan maddelere ait ortalama puanlar incelendiğinde, öğrencilerin çoğunlukla bu maddelerde yer alan ifadelerdeki gibi davrandıkları görülmektedir. Örneğin; öğrenciler çoğunlukla “Sorunlarımı çözme konusunda genellikle yaratıcı ve etkili çözümler üretebilirim”, “Yeterince zamanım olur ve çaba gösterirsem karşılaştığım sorunların çoğunu çözebileceğime inanıyorum”, “Yeni bir durumla karşılaştığımda ortaya çıkabilecek sorunların çoğunu çözebileceğime inancım vardır” ifadelerindeki gibi davrandıklarını belirtmişlerdir.

PÇBAE’nin “Yaklaşma-kaçınma” faktöründe yer alan maddeler ilişkin hesaplanan ortalama puanlar dikkate alındığında, öğrencilerin sık sık “Bir sorunla karşılaştığımda başka konuya geçmeden önce durur ve o sorun üzerine düşünürüm”, “Bir karar vermeye çalışırken her seçeneğin sonuçlarını ölçer, tartar, birbiriyle karşılaştırır sonra karar veririm” ifadelerindeki gibi davrandıkları belirlenmiştir. Öğrenciler arada sırada ise “Bir sorunla karşılaştığımda onu çözmek için genellikle aklıma gelen ilk yolu izlerim” ve “Genellikle aklıma ilk gelen fikir

doğrultusunda hareket ederim” ifadelerindeki gibi davrandıklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar dikkate alındığında öğrencilerin bir sorunu çözmeye başlamadan önce akıllarına gelen ilk yolu izlemedikleri ve sorun üzerinde durup düşündükleri görülmektedir. Öğrenciler sık sık ve çoğunlukla “Bir sorunumu çözmek için kullandığım çözüm yolları başarısız ise bunların neden başarısız olduğunu araştırmam”, “Bir sorunumu çözdükten sonra bu sorunu çözerken neyin işe yarayıp neyin yaramadığını ayrıntılı olarak düşünmem” ifadelerindeki gibi davrandıklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar dikkate alındığında da, öğrencilerin sorunlarını çözdükten sonra çözüm süreci hakkında düşünmedikleri görülmektedir.

PÇBAE’nin “Kişisel kontrol” faktöründe yer alan maddelere ait ortalama puanlar dikkate alındığında, öğrencilerin sık sık bu faktörde yer alan ifadelerdeki gibi davrandıkları görülmektedir. Örneğin; öğrencilerin sık sık “Bazen durup sorunlarım üzerinde düşünmek yerine gelişigüzel sürüklenip giderim”, “Ani kararlar verir ve pişman olurum”, “Bazen duygusal olarak öylesine etkilenirim ki sorunumla başa çıkma yollarından pek çoğunu dikkate bile almam” ifadelerindeki gibi davrandıkları belirlenmiştir. Bu durum dikkate alındığında da, öğrencilerin problemleri durumlarda kişisel kontrollerini sürdürme yeteneklerinin çok iyi olmadığı görülmektedir.

PÇBAE’nin son test verileri için toplam puan analizi yapılmıştır. Çizelge 4.6 incelendiğinde, PÇBAE’den alınan en düşük puanın 31,04, en yüksek puanın ise 96,04 olduğu görülmektedir. Tüm öğrencilerin aldıkları puanların ortalama değeri ise 67,24 olarak hesaplanmıştır. Envanterin toplam puan limiti 32 ile 192 arasındadır. Taylan (1990)’a göre envanterden alınan toplam puanların yüksekliği, problem çözme becerileri konusunda bireyin kendini yetersiz olarak algıladığını gösterdiğinden, toplam puan minimum değere yaklaştıkça birey o kadar iyi problem çözme becerisine sahip sayılmaktadır. Bu durumda da, 67,24 olan ortalama toplam puan, orta değer altındadır olduğu için öğrencilerin problem çözme becerilerinin iyi değerde olduğu söylenebilmektedir.

Çalışmanın altıncı alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE, BİBT ve MDYT son test sonuçlarının birlikte öğrenci performansının ne kadarını yordadığını incelemek için ise çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları sonucunda belirlenen öğrenci performansındaki değişimin

%42'sinin modele dahil edilen PÇBA, BİB ve MDY değişkenleri tarafından birlikte açıklandığı Çizelge 4.10'da görülmektedir. Geriye kalan % 58'lik kısım ise, hata terimi vasıtasıyla modele dahil edilmeyen değişkenler tarafından açıklanmaktadır. $F= 16,064$ değeri, modelin bir bütün olarak her düzeyde anlamlı olduğunu göstermektedir ($R= ,644$, $R^2= ,415$, $F=16,064$, $p= ,000$). Standardize edilmiş regresyon katsayısına (Beta) göre ise, yordayıcı değişkenlerin öğrenci performansı üzerindeki göreceli önem sırası; MDY, PÇBA ve BİB şeklindedir. Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları birlikte incelendiğinde de, PÇBA ve MDY değişkenlerinin öğrenci performansının anlamlı bir yordayıcı olduğu görülmektedir. BİB değişkeninin ise, anlamlı bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir.

Çalışmanın üçüncü alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra PÇBA seviyelerini belirlemek için uygulamalardan önce ve sonra PÇBAE ön ve son test olarak uygulanmıştır. Ön ve son testten elde edilen veriler, bilgisayar ortamında SPSS paket programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Çalışmada ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında, bağımlı gruplar için t-testi yapılmıştır. Çizelge 4.7 incelendiğinde, öğrencilerin uygulamalar öncesinde problem çözme becerisini algılama ön test ortalaması 70,91 iken, bu değer uygulamalardan sonra 67,24'e düşmüştür. Taylan (1990)'a göre, PÇBAE'den alınan yüksek puanlar, problem çözme becerisinin düşük olduğunu gösterdiği için, öğrencilerin problem çözme becerisini algılama son test ortalamasının, problem çözme becerisini algılama ön test ortalamasından düşük olması, onların problem çözme becerilerinin arttığını göstermektedir. Elde edilen bu bulgu, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarının, öğrencilerin problem çözme becerisini algılama seviyelerini arttırmada istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir ($t_{(71)}=-2,005$, $p<0,05$). Öğrenciler gerçekleştirdikleri kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları ile problem çözme becerilerini algılamalarını geliştirebilmişlerdir. Çünkü bu uygulama ile kendilerine sunulan problem durumlarına çözüm bulabilmek için yaparak yaşayarak gerçekleştirilen bir öğrenme ortamında meşgul olmuşlar ve bu araştırma sürecine aktif katılımında bulunmuşlardır. Laboratuvarda özgürce çalışma olanağına sahip olmuşlar ve problemlerine çözüm bulabilmek için laboratuvarda deneyler yapmışlardır.

Öğrenciler, bu problem çözme sürecinde yaratıcı ve üretken olmuşlar, kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu üstlenmişler ve çözüm sürecinde özellikle de çözüm önerilerinde bulunurken, farklı fikirler ortaya koymuşlardır. Gerçekleştirilen bu aşamalarda, onların problem çözme becerilerini algılamalarına katkı sağlamıştır. Kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları, öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağlayan bir yöntem olmuştur. Çalışmanın altıncı alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE, BİBT ve MDYT son test sonuçlarının birlikte öğrenci performansının ne kadarını yordadığını incelemek için yapılan çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda, Çizelge 4.10'daki ikili korelasyonlar incelendiğinde, öğrencilerin problem çözme becerisini algılama puanları ile öğrenci performansı arasında orta düzeyde ve negatif bir ilişkinin ($r=-0,47$) olduğu görülmüştür. Büyüköztürk (2002)'e göre, değişkenler arasında negatif bir ilişkinin olması, değişkenlerden birine ait değerlerin artması durumunda diğer değişkenin değerlerinin düşme eğiliminde olduğunu gösterdiği için, Çizelge 4.10'da görülen negatif değerler, öğrencilerin problem çözme becerisini algılama puanlarının arttığı durumda performanslarının azaldığını göstermektedir. Bu da istenen bir sonuçtur. Çünkü Taylan (1990)'a göre PÇBAE'den alınan yüksek puanlar, problemler karşısında etkili çözümler bulamamayı göstermektedir, yani problem çözme becerisinin düşük olduğunu ifade etmektedir. Elde edilen bu sonuçta, problem çözme becerisini iyi olarak algılamayan öğrencilerin performanslarının da düşük olduğunu, problem çözme becerisini iyi olarak algılayan öğrencilerin performanslarının da yüksek olduğunu göstermektedir. Problem çözme becerilerinin gelişiminde, problem çözme öğretimi önemli olduğu için, öğrenciler gerçekleştirdikleri kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları ile problem çözme becerilerini algılamalarını geliştirebilmişlerdir. Bu nedenle problem çözme becerisini iyi olarak algılayan öğrencilerin, bu problem çözme sürecinde performanslarının da yüksek olması beklenen bir sonuçtur. Çünkü iyi problem çözme becerisine sahip olan yani problem çözme becerilerini iyi olarak algılayan öğrenciler problem çözme sürecinde de daha başarılı olmaktadır. Literatürde de öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştiren yöntemlerden bahsedilmekte ve öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirecek önerilere yer verilmektedir. Ayrıca problem çözme becerisi ile performans arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar da yer almaktadır. Wilson (1987), çalışmasında

laboratuvarda problem çözme yaklaşımının kullanımıyla öğrencilerin deneysel tasarım pratiği edinmesine olanak sağlamıştır. John Abbott kolejine kayıtlı lise öğrencilerinden, kendilerine yöneltilen kimya problemlerine bu yaklaşımı kullanarak pratik çözümler bulmaları istenmiştir. Çalışmanın sonucunda, laboratuvarda problem çözme yaklaşımındaki başarı, laboratuvar çalışmaları için önemli bir güdü olarak bulunmuş ve öğrencilerin bir kısmı sonradan kimyada kariyer yapmaya çalışmıştır. Neeland (1999), geleneksel laboratuvar uygulamalarından memnun olmadığı için, organik kimya laboratuvar programını, laboratuvarda problem çözme formatına dönüştürmeye karar vermiştir. Bu nedenle organik kimya laboratuvarında kullanılan problem çözme yaklaşımının başarısını rapor etmeyi ve bazı öğrencilerin laboratuvarda problem çözme yaklaşımına karşı beklenen çekingenliğinin üstesinden gelmelerine yardım etmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonunda, birkaç öğrenci geçmişe baktığında laboratuvarların çok ipucu içerdiğini ifade etmiştir. Öğrenciler laboratuvarı nasıl tamamlayacakları konusunda daha az ipucu istediklerini belirtmişlerdir. Gallet (1998), çalışmasında laboratuvarda problem çözme yaklaşımına yer vermiştir. Çalışmada uygulanan pilot deney adımı, öğrencilerin hipotezlerinin doğruluğunu kanıtlamalarına olanak sağlamış ve onların interaktif öğrenmelerine ve bilimsel yaratıcılıklarına imkan tanımıştır. Ayrıca çalışmada yer alan rapor yazma aşaması da, öğrencilerin yaratıcılıklarının ve entelektüel özerkliklerinin değerlendirilmesinde önemli bir adım olmuştur. Çalışmanın sonucunda, öğrenciler bu problem çözme uygulamasının onların kimyasal prensipleri anlamalarına ve uygulamalarına yardım eden en uygun yöntemlerden biri olduğunu belirtmişlerdir. Bu uygulama onları daha özerk yapmış ve onlara grup çalışması ve araştırma için iyi bir hazırlık sağlamıştır. Selvaratnam and Garagaratna (2008), çalışmalarında problem çözme haritalarının öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeye yardım ettiğini ve öğrencilere çeşitli fırsatlar sunduğunu belirtmişlerdir. Problemlerin çözümünden sonra oluşturulan problem çözme haritaları, öğrencilere problemi nasıl çözdüğünü ve analiz ettiğini yansıtmaya, çözüm için kullanılabilecek alternatif yolları değerlendirme ve karşılaştırma, yaşadıkları güçlükleri analiz etme ve bu güçlüklerin üstesinden nasıl gelinebileceğini anlama olanakları sağlamıştır. Sezgin Selçuk vd. (2007), çalışmalarında öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik önerilerde bulunmuşlardır. Problem çözme stratejisi ölçeği kullanarak 141 üniversite fizik öğrencisinin problem çözme stratejilerini hangi sıklıkla

kullandıklarını belirlemeye çalışmışlardır. Problemi anlamaya çalışma, problemde verilen değişkenler arasındaki ilişkiyi düşünme gibi stratejilerin öğrencilerin çok sık kullandıklarını belirttikleri stratejiler olduğunu, problemi sesli düşünme, problemi alt problemlere bölme, problemde verilen değişkenleri listeleme gibi stratejilerin ise, öğrencilerin bazen kullandıklarını belirttikleri stratejiler olduğunu belirlemişlerdir. Yine, öğrenciler tarafından çok sık ve sıklıkla kullanılan stratejilerin derslerde öğretmenler tarafından çoğunlukla kullanılan stratejiler olduğunu, öğrencilerin bazen kullandıkları stratejilerin ise, öğretmenlerin fazla kullanmadığı ve kullanılmasını vurgulamadığı stratejiler olduğunu ileri sürmüşlerdir. Tüm bu nedenlerden dolayı, öğretmenlerin öğrencilerinin kullandıkları problem çözme stratejilerini belirlemeleri ve onların öğretim sürecinde problem çözme becerilerini geliştirmelerine yönelik etkinliklere yer vermeleri, öğrencilerin problem çözme stratejilerini tanımaları ve kullanmaları konusunda hem onlara model olmalarını hem de onları teşvik etmelerini önermişlerdir. Cooper and Sandi-Urena (2009), çalışmalarında problem çözme becerilerinin gelişiminde önemli olan üstbiliş kavramının öneminden bahsetmişlerdir. Öğrencilerin kimyada problem çözme sırasında gösterdikleri üstbiliş becerileri değerlendirmek için bir anket geliştirmişlerdir. Eğitimcilerin bu anketin kullanımıyla, öğrencilerinin kendi problem çözme becerilerini ve etkinliklerini nasıl algıladıklarını daha iyi anlama olanağına sahip olabileceklerini ileri sürmüşlerdir. Çalışmamızda da öğrencilerin problem çözme becerilerini nasıl algıladıklarını belirlemek için problem çözme becerisi algılama envanteri kullanılmıştır. Swanson (1990), çalışmasında farklı üstbiliş seviyelerinin öğrencilerin problem çözme performanslarını nasıl etkilediğini anket-mülakat formatını kullanarak incelemiştir. Öğrencilerin problem çözme performansları, onlar belirli görevlere çözümler üretirken sesli düşünme protokollerini kullanarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, yüksek üstbiliş seviyesindeki öğrencilerin düşük üstbiliş seviyesine sahip olanlardan daha iyi performans gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Cooper, Sandi-Urena and Stevens (2008), çalışmalarında öğrencilerin problem çözme sırasında gösterdikleri üstbiliş yeteneklerini değerlendirmek amacıyla iki değerlendirme aracı kullanmışlardır. Bu araçlar, öğrencilerin problem çözme sırasında ne düşündükleri ve bir problemi çözerken gerçekte ne yaptıkları hakkında bilgi vermiştir. Bu yolla, öğrencilerin hem üstbiliş seviyelerini değerlendirme hem de bu değerlendirmeleri göz önüne alarak onların problem çözme becerilerini geliştirmek için hangi uygulamaların yapılabileceğine karar

verme olanağı sağlanmış olmaktadır. Su (2008), çalışmasında öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek için multimedya teknolojisinin problem çözmede kullanılmasını önermiştir. Çalışmada kontrol grubu öğrencileri geleneksel bir tarzda eğitim alırken, deney grubu öğrencileri ise, kavramsal bilgisayar animasyonları ile eğitim almıştır. Çalışmada kavramsal problem çözme sorularını içeren testler kullanılmıştır. Ön test sonuçları incelendiğinde, her iki grup arasında kimya başarısı açısından bir fark gözlenmemiştir. Öğrencilerin son testteki performansları incelendiğinde ise, gruplar arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark gözlenmiştir. Yine kavramsal problem çözme yeteneği açısından da, deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son test ortalama puanlarına bakıldığında, önemli bir gelişimin olduğu gözlenirken, kontrol grubu öğrencilerinde ise, herhangi bir gelişme gözlenmemiştir. Elde edilen bulgulara göre, multimedya aracılığı ile sunulan materyallerin öğrencilerin daha iyi anlamasına neden olduğu ve onların problem çözme becerilerini geliştirmede kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Oster (2005), çalışmasında, 7. sınıf fen bilimi öğrencilerinin problem çözme becerileri üzerine bilgisayar destekli öğrenmenin etkisini incelemiştir. Öğrencilerin problem çözme becerilerinin yıl boyunca nasıl geliştiğini incelemek için, dönemin başında, ortasında ve sonunda uygulanan gerçek dünya olaylarını içeren testlere ait ortalamalar ve standart sapmalar hesaplanmıştır. Öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştiği ve bu değişimin akademik yılın sonunda olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgular, bu tip bir öğrenmeye yardımcı olacak olan çevre eksikliğini not etme açısından memnuniyet verici olmuştur. Çünkü bulgular, yıl boyunca gerçekleşen gelişimin olası nedenlerini yansıtmıştır. Bu nedenlerden ilki, öğrencilerin sadece bilgi verici bir eğitimden çok araştırma metinlerinden öğrenmeyi öğrendiği iken, ikinci neden ise, sınıf atmosferinin, öğrencilerin bağımsız ve eşli grup öğrenimi için, veri kaynakları olarak bilgisayarlarla desteklenen bilişsel bir destek sağladığıdır. Staer et al., (1998), çalışmalarında, fen bilimi öğrencilerinin gerçekleştirdiği laboratuvar çalışmalarının doğasını ve bu çalışmaların sorgulama seviyelerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada laboratuvar çalışmalarının sorgulama seviyelerini belirlemek için bir anket kullanılmıştır. Çalışmaya fen bilimi sınıflarına ders veren öğretmenler katılmıştır. Öğretmenlerin son laboratuvar çalışmalarındaki sorgulama seviyelerine ilişkin hesaplanan frekanslara göre, tüm derslerin 1/3'ündeki sorgulama seviyesinin 0 olduğu belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmalarının % 84'ü ya 0. ya da 1. sorgulama

seviyesinde olmuştur. Bu çalışmaların yalnızca % 16'sında öğrenciler, deneysel yöntemi planlama olanağına sahip olmuştur. Öğrenciler için yüksek seviyeli sorgulamanın yararları hakkındaki öğretmen görüşleri kategorilerde gruplandırılmış ve frekanslar hesaplanmıştır. En yüksek frekans, daha fazla ilgi, sahiplenme ve motivasyon kategorisinde bulunmuştur. Ayrıca öğretmenler, daha açık laboratuvar çalışmalarının kişisel becerilerin, deney tasarlama becerilerinin ve problem çözme becerilerinin öğrenimini kolaylaştırdığını kabul etmiştir. Çalışmamızda da, problem çözme görevlerini içeren laboratuvar etkinliklerine yer verilmiş ve bu etkinlikler hem araştırma esasına dayanmış hem de açık uçlu deney türüne karşılık gelmiştir. Gerçekleştirilen bu laboratuvar etkinlikleri sonucunda da öğrencilerin problem çözme becerilerinde gelişim gözlenmiştir. Jeon, Huffman ve Noh (2005), çalışmalarında “Yüksek sesle düşünerek eşli problem çözme-YSDEPÇ” (Thinking Aloud Pair Problem Solving-TAPPS) yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, bireysel ve YSDEPÇ grubundaki öğrencilerin performansının kontrol grubundaki öğrencilerinkinden daha iyi olduğunu göstermiştir. YSDEPÇ grubundaki öğrenciler, kavramsal bilgi açısından diğer grup öğrencilerine göre daha iyi performans göstermiştir. Çalışmanın sonuçları, bir problem çözme stratejisi kullanımının öğrencilerin problem çözme performansına geleneksel problem çözme eğitiminden daha fazla katkıda bulunabileceğini göstermiştir. YSDEPÇ, öğrencilerin kendilerinin ve eşlerinin bilgilerinin, problem çözme süreçlerinin ve problem çözme becerilerinin farkında olmada onlara problem çözme stratejisini bireysel olarak kullanmadan daha fazla yardımcı olmuştur.

Çalışmanın dördüncü alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin uygulamalardan önce ve sonra BİB seviyelerini değerlendirmek için BİBT ön ve son test olarak uygulanmıştır. Ön ve son testten elde edilen veriler, bilgisayar ortamında SPSS paket programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Çalışmada ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında bağımlı gruplar için t-testi yapılmıştır. Çizelge 4.8 incelendiğinde, öğrencilerin uygulamalar öncesinde bilimsel işlem becerisi ön test ortalaması 56,40 iken, bu değer uygulamalardan sonra 65,74'e yükselmiştir. Elde edilen bu bulgu, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarının öğrencilerin bilimsel işlem becerisi seviyelerini arttırmada istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir ($t_{(71)}=-4,530$, $p<0,05$). Ayrıca çalışmanın

yedinci alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE son test sonuçları ile BİBT son test sonuçları arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, basit korelasyon analizi yapılmış ve korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Çizelge 4.11 incelendiğinde, öğrencilerin PÇBA'ları ile BİB'leri arasında % 1 önem seviyesinde korelasyon olduğu görülmektedir. Buna göre, öğrencilerin PÇBA'ları ile BİB'leri arasında orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu gözlenmiştir ($r=-,394$). Büyüköztürk (2002)'e göre değişkenler arasında negatif bir ilişkinin olması, değişkenlerden birine ait değerlerin artması durumunda diğer değişkenin değerlerinin düşme eğiliminde olduğunu gösterdiği için, Çizelge 4.11'de görülen negatif değerler öğrencilerin PÇBA seviyelerinin arttığı durumda BİB seviyelerinin azaldığını göstermektedir. Bu da istenen bir sonuçtur. Çünkü Taylan (1990)'a göre PÇBAE'den alınan yüksek puanlar, problemler karşısında etkili çözümler bulamamayı göstermektedir, yani problem çözme becerisinin düşük olduğunu ifade etmektedir. Çalışmamızda öğrencilerin gerçekleştirdikleri problem çözme süreci laboratuvarda yürütüldüğü için, öğrencilerin bilimsel işlem becerilerinde gelişim gözlenmiştir. Zaten bilimsel işlem becerileri, hem bilimsel bilgi oluşturmada hem de laboratuvar etkinliklerini yerine getirmede kullanılan becerilerdir. Öğrenciler, problem çözme adımlarını içeren laboratuvar etkinliklerini gerçekleştirirken çeşitli bilimsel işlem becerilerini kullanmışlardır. Öğrenciler, kendilerine laboratuvar föyünün verildiği ve onlardan bu föyde yer alan yönergeleri takip ederek deney yapmalarının istendiği geleneksel laboratuvar uygulamalarından çok farklı bir laboratuvar uygulamasına katılmışlardır. Öğrencilerin gerçekleştirdiği problem çözme adımları, onların veri toplama, verileri yorumlara, deney yapma, hipotez kurma ve yoklama, sonuç çıkarma gibi bilimsel işlem becerilerini kullanmalarını gerektirmiştir. Öğrenciler bu becerileri kullanarak kendilerine sunulan problem durumlarına çözümler bulmaya çalışmışlardır. Öğrencilerin bu tip bir süreçte yer alıp, bu aşamaları yerine getirdikleri de çalışmamızda elde edilen sonuçla desteklenmiştir. Çünkü çalışmamızda öğrencilerin problem çözme becerilerini algılamaları ile bilimsel işlem becerileri arasında negatif ve orta düzeyde anlamlı bir ilişkinin var olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmanın altıncı alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE, BİBT ve MDYT son test sonuçlarının birlikte öğrenci performansının ne kadarını yordadığını incelemek

için yapılan çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda, Çizelge 4.10'daki ikili korelasyonlar incelendiğinde, öğrencilerin bilimsel işlem becerileri ile performansları arasında pozitif ve orta düzeyde bir ilişkinin ($r=0,30$) olduğu görülmüştür. Fakat regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları birlikte incelendiğinde ise, BİB değişkeninin öğrenci performansı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Bilimsel işlem becerileri daha çok laboratuvarla ilgili pratik uygulama becerileri olduğu için çalışmamızda elde edilen bu sonucun nedeni olarak, öğrenci performansını değerlendirmenin bilimsel işlem becerilerini değerlendirmeye yönelik bir tarzda yapılmamış olması gösterilebilmektedir. Suits (2004)'in çalışması da bu sonucu destekler niteliktedir. Suits (2004) çalışmasında iki farklı genel kimya laboratuvar dersine devam eden öğrencilerin bilimsel işlem becerilerini karşılaştırmak için pratik laboratuvar sınavı uygulamıştır. Kontrol grubundaki fen bilimi ve mühendislik öğrencileri geleneksel laboratuvar yaklaşımını kullanırken, deney grubundaki öğrenciler ise sorgulamaya dayalı laboratuvar yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerisi puanlarının kontrol grubundaki öğrencilerinkine göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğunu göstermiştir. Yine Goh, Toh and Chia (1989), çalışmalarında bilimsel işlem becerilerinin gelişimi için uyarlanmış bir laboratuvar yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmada kontrol grubu öğrencileri geleneksel laboratuvar yaklaşımını, deney grubu öğrencileri ise bu yeni yaklaşımı kullanmıştır. Çalışmada uygulanan testlerden elde edilen veriler, deney grubundaki öğrencilerin tüm testlerdeki performanslarının kontrol grubu öğrencilerinkinden yüksek olduğunu göstermiştir. Bu da, bilimsel işlem becerilerinin öğrenilmesine vurgu yapan bu yeni yaklaşımın öğrencilerin pratik çalışma performanslarını artırdığını göstermiştir. Koray vd. (2007)'nin yaptıkları çalışma ise çalışmamızın sonucu ile uyumlu değildir. Araştırmacılar çalışmalarında yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli fen laboratuvarı uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel işlem becerilerine ve akademik başarı düzeylerine etkisini incelemişlerdir. Deney grubu öğrencileri yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli laboratuvar uygulamalarına katılırken, kontrol grubu öğrencileri geleneksel laboratuvar uygulamalarına katılmıştır. Daha önceki senelerde fen lisesi ve özel liselere giriş sınavlarında kullanılan ve araştırmacılar tarafından geliştirilen sorulardan oluşan akademik başarı testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, deney grubu öğrencilerinin hem başarı hem de bilimsel

işlem becerisi açısından kontrol grubu öğrencilerine göre daha iyi oldukları belirlenmiş ve bu farklılığa neden olarak deney grubu öğrencilerinin deneylerin gerektirdiği bilimsel işlem becerilerini aktif bir şekilde kullanmaları gösterilmiştir. Literatürde problem çözme becerileri ile bilimsel işlem becerileri arasındaki ilişkiyi inceleyen ve bilimsel işlem becerilerinin gelişimine neden olan yöntemleri içeren çalışmaların olduğu görülmüştür. Babayeva (2000) çalışmasında, ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin algoritmik ve kavramsal problemleri çözerken ne düşündüklerini belirlemeyi ve her iki tip çözüm arasında farklılıkların olup olmadığını tespit etmeyi ve her iki tip probleme yaklaşım tercihlerini öğrenmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin gazlarla ilgili algoritmik ve kavramsal problemleri cevaplama başarıları arasında algoritmik problemler lehine anlamlı fark bulunmuştur. Öğrencilerin kavramsal öğrenmeleri ile algoritmik problem çözme yetenekleri ve bilimsel işlem becerileri arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını tespit etmek için yapılan regresyon analizi sonucunda, öğrencilerin algoritmik problem çözme yetenekleri ve bilimsel işlem becerileri ile kavramsal öğrenmeleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Algoritmik problem çözme yeteneği ve bilimsel işlem becerisi, kavramsal öğrenmeye %13,11 oranında katkıda bulunmuştur. Geban vd. (1992) çalışmalarında bilgisayar simülasyon deneyi yaklaşımı ile problem çözme yaklaşımının lise seviyesindeki öğrencilerin kimya başarılarına, bilimsel işlem becerilerine ve kimyaya karşı tutumlarına etkisini incelemeye amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda, bilgisayar simülasyon deneyi yaklaşımı ile problem çözme yaklaşımının uygulandığı gruptaki öğrencilerin kimya başarısının ve bilimsel işlem becerilerinin geleneksel yaklaşımın uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilere göre daha yüksek bulunmuştur. Problem çözme yaklaşımının, kimya başarısı açısından geleneksel yaklaşıma olan üstünlüğü, problem çözme yönelimli kimya laboratuvar etkinliklerinin başarıya katkıda bulunan önemli bir faktör olabileceğini göstermiştir. Bu yaklaşımda, laboratuvar etkinliklerini içeren problemler sunulmuş ve öğrencilerin gözlem yapma, ölçme, tahmin etme, veri toplama ve kaydetme, verileri yorumlama, hipotez kurma, deney tasarlama, sonuç çıkarma ve genelleme yapma gibi bilimsel işlem becerilerini kullanmalarına olanak sağlanmıştır. Veal, Taylor and Rogers (2009), çalışmalarında genel kimya öğrencilerinin gerçekleştirdikleri çalışma sürecinde yaptıkları hakkında düşüncelerini açıklamalarının ve yansıtmasının onların bilimsel işlem becerilerinin gelişimine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır.

Bu amaçla kontrol grubu öğrencileri normal laboratuvar çalışmasına katılmıştır. Deney grubu öğrencileri ise, laboratuvarda belli görevleri yerine getirirken hem kullandıkları bilimsel işlem becerileri hakkında düşündüklerini yansıtmışlar hem de eğitimsiden anında dönüt almışlardır. Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler, deney grubu öğrencilerinin bilimsel işlem becerilerinin arttığını göstermiştir. Öğrencilerin laboratuvar sürecinde yaptıkları hakkında düşündüklerini yansıtmaları ve yine laboratuvar performansları hakkında anında dönüt almaları, onların pratik laboratuvar performansını artırmış ve bu sonuçta, onların pratik laboratuvar sınavındaki yüksek puanları ile desteklenmiştir. Yani öğrencilerin bilimsel işlem becerilerini bu yolla daha iyi anladıkları ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerin düşüncelerini yansıtmaları, onların gözlem yapma, analiz yapma, yorum yapma ve karar verme gibi becerilerini geliştirmiştir. Tatar (2006), çalışmada ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel işlem becerilerini, akademik başarılarını ve fen bilgisi dersine yönelik tutumlarını geliştirmede araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının etkililiğini incelemiştir. Deney grubu öğrencileri araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımını kullanırken, kontrol grubunda ise öğretmen merkezli yöntemler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin bilimsel işlem becerileri, akademik başarıları ve fen bilgisi dersine yönelik tutumları kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir. Yani araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının kullanıldığı deney grubundaki öğrenciler araştırma sürecinde bilimsel işlem becerilerini kullanmayı öğrenmişler ve bu becerilerini geliştirmişlerdir. Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı, öğretmen merkezli yöntemlere göre bilimsel işlem becerilerini geliştirmede etkili olmuştur. Eğitim programları düzenlenirken öğrencilerin araştırma yapmalarını, bilimsel işlem becerilerini kullanmalarını gerektiren etkinliklerin seçilmesi, bilgiyi öğrenciye doğrudan aktaran değil, bilgiyi arayıp bulması için öğrencileri motive eden eğitim programlarının hazırlanması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmamızda da, kullanılan kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları öğrencilerin araştırma yapmalarını gerektiren bir yöntem olarak öğrencilerin bilimsel işlem becerilerini artırmıştır.

Çalışmanın beşinci alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarından önce ve sonra MDY seviyelerini değerlendirmek için MDYT ön

ve son test olarak uygulanmıştır. Ön ve son testten elde edilen veriler, bilgisayar ortamında SPSS paket programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Çalışmada ön ve son test sonuçlarının karşılaştırılmasında, bağımlı gruplar için t-testi yapılmıştır. Çizelge 4.9 incelendiğinde, öğrencilerin uygulamalar öncesinde mantıksal düşünme becerisi ön test ortalaması 4,97 iken, bu değer uygulamalardan sonra 7,26'ya yükselmiştir. Elde edilen bu bulgu, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarının öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği seviyelerini arttırmada istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir ($t_{(71)}=-7,768$, $p<0,05$). Ayrıca çalışmanın sekizinci alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE son test sonuçları ile MDYT son test sonuçları arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, basit korelasyon analizi yapılmış ve korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Çizelge 4.12 incelendiğinde, öğrencilerin PÇBA'ları ile MDY'leri arasında % 1 önem seviyesinde korelasyon olduğu görülmektedir. Buna göre, öğrencilerin PÇBA'ları ile MDY'leri arasında orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu gözlenmiştir ($r=-,365$). Büyüköztürk (2002)'e göre değişkenler arasında negatif bir ilişkinin olması, değişkenlerden birine ait değerlerin artması durumunda diğer değişkenin değerlerinin düşme eğiliminde olduğunu gösterdiği için, Çizelge 4,12'de görülen negatif değerler, öğrencilerin PÇBA seviyelerinin arttığı durumda MDY seviyelerinin azaldığını göstermektedir. Bu da istenen bir sonuçtur. Çünkü Taylan (1990)'a göre PÇBAE'den alınan yüksek puanlar, problemler karşısında etkili çözümler bulamamayı göstermektedir, yani problem çözme becerisinin düşük olduğunu ifade etmektedir. Sonuç olarak, çalışmamızda laboratuvarında problem çözme uygulamaları ile öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinde gelişim gözlenmiştir. Mantıksal düşünme yeteneği, problem çözmenin alt amaçlarından biri olduğu için, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinde gelişimin gözlenmesi beklenen bir sonuç olmuştur. Çünkü öğrenciler sahip oldukları mantıksal düşünme yetenekleri sayesinde kendilerine sunulan problem durumlarına çözüm bulabilmek için mantıklı kararlar vererek bu süreci gerçekleştirmişlerdir. Kendilerine sunulan problem durumlarına çözüm bulabilme aşamasında, önerdikleri deneyleri laboratuvarında yapmışlar, deneylerden elde ettikleri sonuçlara bağlı olarak kurdukları hipotezleri test etmişler ve çözüm üretebilmişlerdir. Bu aşamalarda, da sebep sonuç ilişkisi kurarak problemlerine

çözüm oluşturmuşlardır. Öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ile problem çözme becerilerini algılamaları arasında orta düzeyde, negatif ve anlamlı bir ilişkinin belirlenmesi de, problem çözmenin mantıksal düşünme yeteneğini geliştirdiğini ve mantıksal düşünme yeteneğinin geliştirilmesinde problem çözmenin önemli olduğunu göstermiştir. Ayrıca çalışmanın altıncı alt problemi doğrultusunda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarına katılan öğrencilerin PÇBAE, BİBT ve MDYT son test sonuçlarının birlikte öğrenci performansının ne kadarını yordadığını incelemek için yapılan çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda, Çizelge 4.10'daki ikili korelasyonlar incelendiğinde, öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ile performansları arasında pozitif ve yüksek düzeyde bir ilişkinin ($r=0,58$) olduğu görülmüştür. Literatürde de çalışmamızın sonuçları ile uyumlu çalışmaların olduğu görülmüştür. Bilgin (2006) çalışmasında, Polya'nın problem çözme stratejisi ile birleştirilmiş eşli problem çözme tekniğinin öğrencilerin kavramsal ve algoritmik kimya sorularını çözme performansları üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada deney grubu öğrencileri bu tekniği kullanarak problemleri çözerken, kontrol grubu öğrencileri ise sadece Polya'nın problem çözme stratejisini kullanarak problemleri çözmüşlerdir. Mantıksal düşünme yeteneği puanları kovaryans olarak alındığında, her iki gruba ait öğrencilerin algoritmik ve kavramsal problem çözme performansları arasında bir farklılığın olup olmadığını belirleme de çalışmanın araştırma sorusunu oluşturmuştur. Yapılan analiz sonucunda, mantıksal düşünme yeteneği testi puanlarının, algoritmik soru testi son test puanları ve kavramsal soru testi son test puanları üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Cracolice, Deming and Ehlert (2008), çalışmaları için yaptıkları araştırma sürecinde lise 1. sınıf öğrencilerinin sadece % 8'inin, yüksek öğrenim 1. sınıf öğrencilerinin ise % 22'sinin kimya derslerine yeterli mantıksal düşünme becerisi ile başladığını ortaya koymuşlardır. Bu nedenle de, kavramsal ve algoritmik problem çözme yeteneği arasındaki boşluğun sebebinin zayıf mantıksal düşünme yeteneği olduğunu ileri sürmüşler ve bu hipotezi test etmeyi amaçlamışlardır. Mantıksal düşünme yeteneği testi puanı iyi olan öğrenciler ile mantıksal düşünme yeteneği testi puanı düşük olan öğrencilerin algoritmik ve kavramsal soruları çözerken gösterdikleri performansları karşılaştırmak için öğrenciler mantıksal düşünme yeteneği testi puanlarına göre gruplara ayrılmıştır. Mantıksal düşünme yeteneği iyi ve zayıf olan öğrencilerin bu sorulardaki ve dersin final sınavındaki performansları

karşılaştırıldığında, daha iyi mantıksal düşünme yeteneğine sahip olan öğrencilerin soruları çözme performansları daha iyi bulunmuştur. BauJaoude, Salloum and Abd-El-Khalick (2004) çalışmalarında, öğrencilerin kavramsal ve algoritmik kimya problemlerini çözme performanslarını karşılaştırmayı, üç bilişsel değişken (öğrenme oryantasyonu, formal mantıksal düşünme ve zihin kapasitesi) ile öğrencilerin kavramsal ve algoritmik kimya problemlerini çözme performansları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Bu 3 bilişsel değişkenin öğrencilerin algoritmik ve kavramsal kimya problemlerini çözme performanslarını yordayıp yordamadıkları incelemek için regresyon analizi yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin algoritmik problemleri çözme performanslarının kavramsal problemleri çözme performanslarından istatistiksel olarak daha iyi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu üç bilişsel değişkenin, öğrencilerin algoritmik problem çözme performanslarının yordayıcı olmadığı fakat onların kavramsal kimya problemlerini çözme performanslarının anlamlı yordayıcısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Niaz (1993) çalışmasında, öğrencilerin kimya problemlerini çözerken kullandıkları mantıksal düşünme stratejilerini, mantıksal düşünme yeteneğinin, M-kapasitesinin (bilgiyi işleme değişkeni) ve alana bağımlılık/alandan bağımsızlık değişkeninin bir fonksiyonu olarak incelemiştir. Öğrencilere sınırlı bileşen, mol ve gaz konuları ile ilgili kimya problemleri sunulmuştur. Çalışmanın sonuçları, bilişsel değişkenler açısından yüksek puan alan öğrencilerin kimya problemlerini çözmede daha iyi olduklarını, mantıksal düşünme stratejileri kullandıklarını göstermiştir. Ayrıca bu öğrencilerin problem durumunun önemli yönlerini önceden tahmin etme eğiliminde olduğu görülmüştür. Tezcan ve Bilgin (2004), laboratuvar destekli öğretim yöntemiyle geleneksel anlatım yönteminin öğrencilerin çözünürlük konusunu kavramaları üzerine etkilerini karşılaştırmak, ayrıca ön bilginin, mantıksal düşünme yeteneğinin, cinsiyetin, ekonomik durumun konuyu kavramaya etkisini saptamak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın sonuçları, mantıksal düşünme yeteneği sonuçları iyi olan öğrencilerin, çözünürlük kavram son testinde başarılı olduğunu göstermiştir. Yine de, mantıksal düşünme yeteneği puanları öğretimde başarıyı istenilen şekilde etkileyememiş ve sonuçlar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Bu durum öğrencilerin öğrenmede mantık yürütmeye alışkın olmayışları ile açıklanmıştır. Sert Çıbık (2006), çalışmasında fen bilgisi öğretiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımının ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme yeteneklerine ve fen bilgisi

tutumuna etkisini incelemiştir. Deney grubu öğrencilerine işlenen ünite boyunca proje tabanlı öğrenme yaklaşımına uygun öğretim yapılırken, kontrol grubu öğrencilerine geleneksel öğretim yaklaşımına uygun öğretim yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, her iki grup arasında, mantıksal düşünme yeteneği puanları açısından çalışmadan önce anlamlı bir farkın olmadığı, çalışmadan sonra ise mantıksal düşünme yeteneği puanları açısından deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar, uygulanan yöntemin süreç içerisinde başarıyı artırdığının göstergesi olmuştur. Öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerinin geliştirilmesi için öğrenme sürecine aktif katılmaları ve yaparak yaşayarak öğrenme fırsatları yakalamaları önerilmiştir. Öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaşılan problemlerle yüz yüze getirilmesinin ve araştırma yapmaya yönlendirilmesinin onların mantıksal düşünme becerilerini geliştirebileceğini ileri sürmüşlerdir. Çalışmamızda da, öğrenciler gerçek yaşam içeriğini kapsayan problem durumları ile karşı karşıya getirilmiş ve onların bu problem durumlarına çözümler bulabilmeleri için araştırma yapmalarını gerektiren laboratuvar problem çözme uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Chandran et al. (1987), yapmış oldukları araştırmada, ön bilgi, mantıksal düşünme, bellek kapasitesi ve alana bağımlılık/alandan bağımsızlık gibi 4 bilişsel faktörün, laboratuvar uygulaması, kimyasal hesaplamalar ve içerik bilgisi ile ilgili testlerle ölçülen kimya başarısında oynadığı rolü incelemiştir. Aynı kimya müfredat programını takip eden 11 liseden 11 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Korelasyon analizi ve çoklu regresyon analizi yapılmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ön bilginin ve mantıksal düşünme yeteneğinin istatistiksel olarak kimya başarısındaki değişim ile anlamlı olarak ilişkili olduğu bulunmuştur. BouJaoude and Giuliano (1991), çalışmalarında çalışma yaklaşımları, ön bilgi, mantıksal düşünme yeteneği, kimyaya karşı tutum ve kimya performansı arasındaki ilişkileri incelemeyi ve bu değişkenler üzerine cinsiyetin etkisini açıklamayı amaçlamışlardır. Bu amaçla, çalışma yaklaşımları envanteri, kimyaya karşı tutum anketi ve mantıksal düşünme yeteneği testi öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilerin dönemin başında uygulanan bir saatlik kimya sınavı puanları onların ön bilgi performansları, final sınavı puanları ise onların kimya başarı performansları olarak kabul edilmiştir. Çalışmada yapılan çoklu regresyon sonuçları, ön bilgi, mantıksal düşünme puanları ve anlamlı çalışma yaklaşımı puanlarının kimya başarısına katkıda bulunduğunu ortaya

koymuştur. Çalışmadan elde edilen bulgular, hem n bilginin hem de mantıksal düşünme yeteneğinin kimya başarısının yordayıcıları olduğunu vurgulamıştır.

Çalışmamızda gerçekleştirilen kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları kapsamında, günlük yaşam kimyası konularını da içeren iyi yapılandırılmamış açık uçlu problem durumları kullanılmıştır. Literatürde de, öğrencilerin gerçek yaşam içerikli, iyi yapılandırılmamış açık uçlu problemlerle karşı karşıya getirilmesinin önemi belirtilmiştir. Overton and Potter (2008), çalışmalarında gerçek yaşam içeriğini kapsayan ve öğrencilerin yüksek seviyeli bilişsel becerileri (HOCS) kullanmasını gerektiren açık uçlu problemler geliştirmişlerdir. Öğrencilerin zme ulaşmak için bilinmeyen yaklaşımlar kullanmalarını gerektiren, gerçek yaşam içerikli ve yetersiz verinin sağlandığı bu tür problemleri zerken tahminler yürütmeleri istenmiştir. Öğrencilerin bilişsel stilleri ve problem zmeye karşı olan tutumları testler ve anketler yoluyla belirlenmiştir. n test-son test tutum anketi analizi sonucunda, öğrencilerin gerçek yaşam içeriğini kapsayan problemlere karşı problem çözme oturumlarından sonra daha pozitif tutum gösterdikleri belirlenmiştir. Öğrenciler açık uçlu problemleri zmeyi hem daha çok uğraştırıcı hem de daha zevkli bulmuşlardır. Öğrencilerin bu problemlere yaklaşımları oldukça olumlu olmuştur. Cooper et al. (2008), problem zmenin, problem zcnn durumu analiz etmesini ve bu süreçte kararlar almasını gerektirdiği için kritik düşünme ile sıkı sıkıya bağlı olduğunu ve öğrencilerin kritik düşünme becerilerini kullanmasını gerektiren açık uçlu problemleri eğitim programlarının içine dahil etmenin zor olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca geleneksel değerlendirme metotlarının (sınavlar ve quizler) problem çözme süreci hakkında çok az bilgi sağladığını, kritik düşünme becerilerinden ve bilginin yeni durumlara uygulanabilmesinden çok algoritmik problem çözme becerilerini lme eğiliminde olduğunu ifade etmişlerdir. Bu nedenle, problem zmenin anlamlı olarak gerçekleştirilmesi istendiğinde, geleneksel değerlendirmenin ötesine geçilmesinin ve öğrencilerin bilgileri bilindik olmayan durumlarda kullanmalarını gerektiren daha fazla uğraştırıcı ve açık uçlu problemlerle karşılaşmaları ve öğrencilerin bu problemleri nasıl zdğn incelemeye olanak sağlayacak sistemlerin tasarlanması gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

Çalışmamızda, kimya laboratuvarında problem çözme uygulamalarını gerçekleştirirken öğrenciler gruplar halinde çalışmışlardır. Öğrencilerin gruplar halinde problem çözmesinin önemi ve grupta problem çözmenin onların problem çözme becerilerine etkileri literatürde de sık sık vurgulanmıştır. Cooper et al. (2008), çalışmalarında genel kimya dersine kayıtlı 713 öğrencinin bir problemi çözme sırasındaki performanslarını kullanarak, onların işbirlikçi gruplarda çalışmayla problem çözme becerilerinin gelişebileceğini göstermişlerdir. Öğrenciler gruplarda problem çözerken attıkları adımların sebeplerini, bu adımları atarken ne düşündüklerini ve attıkları adımların sonuçlarının ne olabileceğini açıklamak zorunda bırakılmışlar, böylece de onların üstbiliş becerileri geliştirilmeye çalışılmıştır. Yine, öğrencilerin grupta problem çözerken tartışmaları, onların daha anlamlı ve etkili problem çözme stratejileri üretmelerine yol açmıştır. Öğrencilerin çoğunun, problem çözme stratejilerini ve yeteneklerini kısa süreli, işbirlikçi gruplarda çalışma ile geliştirebilecekleri sonucuna ulaşılmıştır. Mahalingam et al. (2008), çalışmalarında grupta problem çözmenin öğrencilerin problem çözme sürecine olan etkilerini ortaya koymuşlardır. Gruptaki her öğrencinin problem çözme sürecine maksimum katılımını sağlamak için grup üyeleri arasında tartışmaya neden olacak problem setlerinin geliştirilmesine dikkat edilmiş ve çok adımlı, formüllerin direkt uygulanması ile çözülemeyecek ve tartışmaya teşvik edecek problemler kullanılmıştır. Dönem arasında ve dönemin bitimine doğru uygulanan anketlerden elde edilen veriler, öğrencilerin pozitif cevaplarını göstermiştir. Öğrenciler grupta çalışmanın, problemler üzerinde diğer öğrencilerin nasıl çalıştıklarını, problem çözme yaklaşımlarının nasıl olduğunu görmelerine olanak sağladığını belirtmişlerdir. Bilgin (2006), Polya'nın problem çözme stratejisi ile birleştirilmiş eşli problem çözme tekniğinin öğrencilerin kavramsal ve algoritmik kimya problemlerini çözme performansları üzerindeki etkisini incelediği çalışmasında, deney grubu öğrencileri bu tekniği kullanarak, kontrol grubu öğrencileri ise sadece Polya'nın problem çözme stratejisini kullanarak bireysel olarak problemleri çözmüşlerdir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, deney grubu öğrencilerinin hem algoritmik hem de kavramsal kimya sorularını çözme performanslarının kontrol grubu öğrencilerinininkinden daha iyi olduğu görülmüştür. Polya'nın problem çözme stratejisi ile birleştirilmiş eşli problem çözme tekniğinin, öğrencilerin algoritmik ve kavramsal problem çözme becerilerini geliştiren öğretim stratejilerinden biri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Reid and Yang (2002b),

alışmalarında kimya okuyan 14–17 yaşı öğrencilerinin, 14 açık uçlu kimya problemini çözme yollarını incelemeyi amaçlamışlardır. Problemler çözölürken 3 kişilik öğrenci grupları oluşturulmuş ve öğrenciler arasındaki etkileşimler gözlenmiştir. Öğrencilerin anlama olmaksızın sadece öğrendiğı bilgiyi hatırlamasıyla çözemeyeceğı problemler sunulmuştur. Öğrenciler problem çözme birimlerine katılmıştır. Öğrencilerin problem çözme sürecini yansıtmalarını ve onların problemle nasıl uğraştıklarını ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda öğrenciler gruplarda başarılı bir şekilde çalışmışlar ve çalışmayı tamamen paylaşmışlardır. Problem çözme birimlerinin zevkli olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrenciler genel olarak problemleri tek başına çözemeyeceklerini ve diğery üyelerin yardımına ihtiyaçları olduklarını hissetmişlerdir. Fikirlerin paylaşıldığı ve öğrencilerin birbirlerini gruplarda destekleyebildiğı grupta problem çözme öğrenciler için yarar sağlamıştır. Ayrıca öğrencilerin ilk problemlerini çözdükten sonra artan heyecan ve güvenle sonradan ortaya çıkan problemlerle uğraştıkları da gözlenmiştir. Wood (2006), çalışmasında öğrencilerin birbirleri ile çalışma ve iletişim kurma yeteneklerini ve kendi düşünme süreçleri hakkındaki bilinçlerini ve kontrollerini geliştirmeyi, problem çözme becerileri geliştirmeleri ve yaratıcı olmaları için onlara fırsatlar vermeyi, fen biliminin doğru cevabı elde etmekten daha fazlası olduğunu onlara göstermeyi amaçlamıştır. Bu amaçların da, problemlere çeşitli çözümler sunma, çözümleri gruplarda tartışma ve kabul edilen çözümü mini bir ders formatında diğery gruplara sunma yoluyla gerçekleştirilmesini planlamıştır. Bu ölçütleri karşılamak için 30 problem (17 tanesi laboratuvara dayalı) tasarlanmıştır. Öğrencilerin davranışları dikkatli bir şekilde gözlenmiştir. Tüm problemler tartışmayı teşvik etmiş ve daha öncede bahsedilen becerilerin gelişmesine yardımcı olmuştur. Ayrıca çalışmada öğrencilerin grup çalışmasının ve tartışmanın yararlarının farkında olmalarını sağlamaya çalışılmıştır. Bu da, öğrencilerin grup olarak başarılarının, bireysel başarılarından daha fazla olduğunu fark etmelerine yardım etmiştir.

6. ÖNERİLER

1. Çalışmamızda öğrencilerin aktif katılımını gerektiren, onların yaratıcı ve eleştirel düşünmelerine, öğrenmelerinin sorumluluğunu almalarına, araştırma yapmalarına, sebep sonuç ilişkisi dahilinde mantıklı kararlar vererek kendilerine sunulan problem durumlarına çözümler bulmalarına, veri toplama, verileri yorumlama, hipotez kurma ve yoklama, deney yapma, sonuç çıkarma vb. bilimsel işlem becerilerini kullanarak problemlerini çözmelerine, problemlerine çözüm bulmaları yoluyla yeni bilgi elde etmelerine olanak sağlayan öğrenci merkezli bir yaklaşım kullanılmıştır. Bu yaklaşımın öğrencilere sağladıkları yararlar düşünüldüğünde, öğretmenler derslerinde öğrenci merkezli yaklaşımlara daha fazla yer vermelilerdir.
2. Etkili bir öğretim ortamının sağlanmasında öğretmenlere önemli görevler düşmektedir. Öğitmenler böyle bir ortamda gerçekleşecek olan öğrenci-öğitmen, öğrenci-öğrenci etkileşimlerine olanak sağlayacak, öğrencilerin kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu üstlenecekleri, araştırma yaparak bilgiye ulaşacakları, öğrenci merkezli öğretim yöntemlerinin önemini kavramalı, bu öğretim yöntemlerini gerektiğinde kullanabilmelilerdir. Bunun için de, her yöntemin artısını ve eksisini bilmelilerdir. Hizmet içi eğitim seminerleri ile öğretmenlerin kendilerini bu konuda geliştirmelerine fırsatlar sağlanmalıdır.
3. Çalışmamızda öğrenciler kendilerine sunulan problem durumlarına çözüm arama sürecinde onlardan araştırma yapmalarını, bilimsel işlem becerilerini kullanmalarını gerektiren laboratuvar etkinliklerinde yer almışlar ve böylece problemlerine çözüm bulabilmişlerdir. Laboratuvar etkinliklerini de kapsayan böyle bir problem çözme yaklaşımı, laboratuvar uygulamalarının geleneksel laboratuvar uygulamalarından farklı olarak, öğrencilere daha fazla yarar sağlayacak şekilde düzenlenmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, kalıcı ve verimli öğrenmenin sağlanabilmesi için, öğrencilerin kendi deneyimlerine dayalı yaparak yaşayarak öğrendikleri laboratuvar etkinliklerinde yer almaları sağlanmalıdır.

4. Bilgi ve teknoloji çağını anlamak ve ona ayak uydurabilmek için, bilgiyi öğrenciye doğrudan aktaran değil de, bilgiyi elde etmek için öğrencilerin araştırma yapmalarına, bilgiye ulaşma sürecinde kullanılan, öğrenmenin kalıcılığını artıran, araştırma yol ve yöntemlerini kazandıran bilimsel işlem becerilerini kazanmalarına fırsat verecek eğitim programları hazırlanmalıdır.
5. Problem çözmenin anlamlı olarak gerçekleştirilebilmesi için, öğretmenler, problem çözme becerilerinin günlük yaşamdaki önemini bilincinde olarak, öğrencilerin, gerçek yaşamda karşılaşılan, gerçek yaşam içerikli, daha fazla uğraştırıcı ve daha fazla açık uçlu problemlerle karşı karşıya getirilmelerine olanak sağlamalıdır.
6. Öğitmenler, öğrencilerin gruplar halinde problem çözmelerinin, kendilerinin ve grup arkadaşlarının problem çözme süreçlerinin ve problem çözme becerilerinin farkında olmalarına, birbirlerinin problem çözerken neler yaptıklarını, neler düşündüklerini öğrenmelerine, birbirleri ile fikirlerini paylaşmalarına, anlamlı problem çözme stratejileri geliştirmelerine olanak sağladığının bilincinde olarak, öğrencilerin grupta problem çözme etkinliklerinde yer almalarına fırsat sağlamalıdır.
7. Çalışmamızda öğrenciler problemlerine çözüm bulmaya çalışırken, problemi yeniden okuma, problemi anlamaya çalışma, problemle ilgili kavramları düşünme, problemi kendi cümleleri ile ifade etme, probleme olası çözümler bulma, problemi alt problemlere bölme, problemin çözümüne odaklanma vb. problem çözme stratejilerini kullanmışlardır. Çünkü problem çözmede stratejilerin kullanımı hem problem çözümünü kolaylaştırmakta hem de çözüme daha kolay ulaşılmasını olanaklı kılmaktadır. Öğitmenler de, strateji kullanımının yararlarının bilincinde olarak öğrencilerini problemlerini çözerken strateji kullanımı konusunda teşvik etmelidirler.
8. Çalışmamızda gerçekleştirilen kimya laboratuvarında problem çözme uygulamaları tek grup öğrenci örnekleme ile yürütülmüştür. Çalışmada yer alan değişkenlerin karşılaştırmalı olarak incelenmesi için çalışmanın deney kontrol gruplu olarak yürütülmesinin daha verimli olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alick, B.E., 1993, Case studies of the effect of learning styles, problem-solving strategies and instructional strategies on the achievement of African American college students in general chemistry, A Dissertation presented in fulfillment of the requirements for the Degree of the Master of Education, University of Georgia.
- Altun, M. and Arslan, Ç., 2006, İlköğretim öğrencilerinin problem çözme stratejilerini öğrenmeleri üzerine bir çalışma, Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, XIX(1), 1-21.
- Ardac, D., 2002, Solving quantum number problems:a examination of novice performance in terms of conceptual base requirements, Journal of Chemical Education, 79(4), p510-513.
- Arenofsky, J., 2001, Developing your problem-solving skills, Career World, 29(4), p18-19.
- Ashmore, A.D., Frazer, M.J. and Cassey, R.J., 1979, Problem-solving and problem-solving networks in chemistry, Journal of Chemical Education, 56(6), p377-379.
- Ataünal, A., 2000, Öğretmenlik mesleğine giriş veya Nasıl bir insan? Ankara: 20 Mayıs Eğitim Kültür ve Sosyal Dayanışma Vakfı Yayını=3.
- Aydoğdu, B., 2006, İlköğretim fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı.
- Babayeva, E., 2000, Ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin gaz kanunlarıyla ilgili kavramsal öğrenme ile problem çözme yeteneğinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Baysen, E., 2006, Öğretmenlerin sınıfta sordukları sorular ile öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevapların düzeyleri, Kastamonu Eğitim Dergisi, 14(1), p21-28.
- Ben-Zvi, R., Hofstein, A., Samuel, D., and Kempa, R.F., 1976a, The effectiveness of filmed experiments in high school chemical education, Journal of Chemical Education, 53 (8), p519-520.
- Ben-Zvi, R., Hofstein, A., Samuel, D., and Kempa., R.F., 1976b, The attitude of high school students to the use of filmed experiments, Journal of Chemical Education, 53(9), p575-577.
- Bilgin, İ., 2006, The effects of pair problem solving technique incorporating Polya's problem solving strategy on undergraduate students' performance in chemistry, Journal of Science Education, January 1.

- Bloom, B.S. (Ed.), Engelhart, M.D., Furst E., J. et al., 1965, Taxonomy of educational objectives-the classification of educational goals, David McKay Company, Inc., New York.
- Bodner G.M., 2003, Problem solving: the difference between what we do and what we tell students to do, *University Chemistry Education*, 7, p37-45.
- Bodner, G.M. and Domin, D.S., 2000, Mental models: the role of representations in problem solving in chemistry, *University Chemistry Education*, 4(1), p22-28.
- Bodner, G.M., 1987, The Role of algorithms in teaching problem solving, *Journal of Chemical Education*, 64(6), p513-514.
- BouJaoude, S.B. and Giuliano, F.J., 1991, The relationship between students' approaches to studying, formal reasoning, prior knowledge and gender and their achievement in chemistry, *Speeches/Conference papers*, Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (Lake Geneva, WI, April 7-10, 1991).
- BouJaoude, S., Salloum, S. and Abd-El-Khalick, F., 2004, Relationships between Selective Cognitive Variables and Students' Ability to Solve Chemistry Problems. Research Report, *International Journal of Science Education*, 26(1), p63-84.
- Bozan, M. and Küçüközer, H., 2007, Elementary school students' errors in solving problems related to pressure subjects, *İlköğretim Online*, 6(1), p24-34.
- Bozdoğan, 2007, Fen bilgisi öğretiminde çalışma yaprakları ile öğretimin öğrencilerin fen bilgisi tutumuna ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı.
- Büyüköztürk, Ş., 2002, Sosyal bilimler için veri analiz el kitabı, İstatistik, Araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum, Ankara: Pegem A-Yayıncılık.
- Camacho, M., 1986, Analysis of the performance of experts and novices while solving chemical equilibrium problems, A Dissertation presented in fulfillment of the requirements for the Degree Doctor of Philosophy, The Florida State University.
- Cardellini, L., 2006, Fostering creative problem solving in chemistry through group work, *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), p131-140.
- Carter, C.S., 1987, The role of beliefs in general chemistry problem solving, A Dissertation presented in fulfillment of the requirements for the Degree Doctor of Philosophy, Purdue University.
- Case, E.L., 2004, The effects of collaborative grouping on student problem solving in first year chemistry, A Dissertation presented to the Graduate School of Clemson University, In partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy Curriculum and Instruction.

- Chandran, S., Treagust, D.V. and Tobin, K., 1987, The Role of Cognitive Factors in Chemistry Achievement, *Journal of Research in Science Teaching*, 24(2), p145-160.
- Chung, G.K.W.K., O'Neil, H.F., Jr, and Herl, H. E., 1999, The use of computer-based collaborative knowledge mapping to measure team processes and team outcomes, *Computers in Human Behavior*, 15(3/4), p463–494.
- Cooper, M.M. and Sandi-Urena, S., 2009, Design and validation of an instrument to assess metacognitive skillfulness in chemistry problem solving, *Journal of Chemical Education*, 86(2), p240-245.
- Cooper, M.M., Cox, C.T., Jr, Nammouz, M., Case, E. and Stevens, R., 2008, An assessment of the effect of collaborative groups on students' problem-solving strategies and abilities, *Journal of Chemical Education*, 85(6), p866-872.
- Cooper, M.M., Sandi-Urena, S. and Stevens, R., 2008, Reliable multi method assessment of metacognition use in chemistry problem solving, *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 18-24.
- Coştu, B., 2007, Comparison of students' performance on algorithmic, conceptual and graphical chemistry gas problems, *Journal of Science Education Technology*, 16, p379-286.
- Cracolice, M.S., Deming, J.C. and Ehlert, B., 2008, Concept learning versus problem solving: A cognitive difference, *Journal of Chemical Education*, 85(6), p873-878.
- Crosby, G. L., 1987, Qualitative chemical equilibrium problem solving: College student conceptions, A Dissertation presented in fulfillment of the requirements for the Degree Doctor of Philosophy, University of Maryland College Park.
- Demir, Ş., 1997, Kimya öğrencilerinin analitik kimya problemlerini çözmede karşılaştıkları güçlükler, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Eğitim Anabilim Dalı.
- Duchovic, R.J., 1998, Teaching college general chemistry: Techniques designed to communicate a conceptual framework, *Journal of Chemical Education*, 75(7), p856–857.
- Dufresne, Leonard and Gerace, Knowledge Structure, A qualitative model for the storage of domain-specific knowledge and its implications for problem-solving, <http://srri.umass.edu/topics/knowledge-structure>.
- Düzakın, S., 2004, Lise öğrencilerinin problem çözme becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Psikolojik Danışma ve Rehberlik Bilim Dalı.
- Engemann, J.F., 2000, Performance in chemistry problem solving: A study of expert/novice strategies and specific cognitive factors, A Dissertation

submitted to the Faculty of the Graduate School of State University of New York at Buffalo in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy.

- Erbaş S., Şimşek, N. and Çınar, Y., 2005, Fen bilgisi laboratuvarı ve uygulamaları, 1. basım, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Finster D.C., 1989, Developmental instruction: Part 1. Perry's model of intellectual development, *Journal of Chemical Education*, 66(8), p659–661.
- Finster, D.C., 1991, Developmental Instruction, Part II. Application of the Perry model to general chemistry, *Journal of Chemical Education*, 68(9), p752–756.
- Foley, K.E., 1995, Cooperative learning and visual organizers: Effect on students' solving mole problems in chemistry, A Dissertation presented in fulfillment of the requirements for the Degree of the Master of Education, Rutgers The State University of New Jersey - New Brunswick.
- Forsythe, C.T., 1996, Ill-structured problem-solving in chemistry, A Dissertation presented in fulfillment of the requirements for the Degree of the Master of Education, Acadia University (Canada).
- Frank, D.V., Baker, C.A. And Herron, J.D., 1987, Should students always use algorithms to solve Problems?, *Journal of Chemical Education*, 64(6), p514-515.
- Freedman, M.P., 1997, Relationship among laboratory instruction, attitude towards science and achievement in science knowledge, *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), p343–357.
- Gabel, D.L., Sherwood, R.D. and Enochs, L., 1984, Problem-solving skills of high school chemistry students, *Journal of Research in Science Teaching*, 21, (2), p221–233.
- Gabel, D.L., Samuel, K.V. and Hunn, D., 1987, Understanding the particulate nature of matter, *Journal of Chemical Education*, 64(8), p695–697.
- Gagne, R.M., 1977, *The conditions of learning*, (3rd.ed.), (New York, Holt, Rinehart and Winston).
- Gagne, R.M., 1970, *The Conditions Of Learning*, New York, Holt, Rinehart & Winston.
- Gallet, C., 1998, Problem-solving teaching in the chemistry laboratory: Leaving the cooks..., *Journal of Chemical Education*, 75(1), p72-77.
- Geban, Ö., Aşkar, P., ve Özkan, İ., 1992, Effects of computer simulations and problem-solving approaches on high school students, *Journal of Educational Research*, 86(1), p5-10.

- Gelbal, S., 1991, Problem çözme, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6, p167-173.
- Genya, J., 1983, Improving students' problem-solving skills – a methodological approach for a preparatory chemistry course, Journal of Chemical Education, 60(5), p 478–482.
- Germann, P.J., Haskins, S., and Auls, S., 1996, Analysis of nine high school biology laboratory manuals: Promoting scientific inquiry, Journal of Research in Science Teaching, 33(5), p475 499.
- Giuliano, F.J., 1997, The relationships among cognitive variables and students' problem-solving strategies in an interactive chemistry classroom, A Dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Science Education in the Graduate School of Syracuse University.
- Goh, N.K., Toh, K.A. And Chia, L.S., 1989, Use of modified laboratory instruction for improving science process skills acquisition, Journal of Chemical Education, 66(5), p430-432.
- Güçlü, N., 2003, Lise müdürlerinin problem çözme becerileri, Milli Eğitim Dergisi, 160.
- Haláková, Z. and Prokša, M., 2007, Two kinds of conceptual problems in chemistry teaching, Journal of Chemical Education, 84(1), p172-174.
- Hanson, D. and Wolfskill, T., 2000, Process workshops - A new model for instruction, Journal of Chemical Education, 77(1), p120–130.
- Heller, P. and Hollabaugh, M., 1992, Teaching problem solving through cooperative grouping: Part 2: designing problems and structuring groups. American Journal of Physics, 60(7), p637–644.
- Heppner, P.P., 1982, Personal problem solving: A descriptive study of individual differences, Journal of Counseling Psychology, 29(6), p580-590.
- Heppner. P.P. ve Petersen, C. H., 1982, The development and implications of a personal problem solving inventory, Journal of Counseling Psychology, 29(1), 66-75.
- Herrl, H.E., Jr O'Neil, H.F., Chung, G.K.W.K. and Schacter, J., 1999, Reliability and validity of a computer-based knowledge mapping system to measure content understanding, Computers in Human Behavior, 15(3/4), p315–333.
- Herron J.D., 1986, What can we do about sue: a case study of competence, Journal of Chemical Education, 63, p. 530.
- Heyworth, R.M., 1999, Procedural and conceptual knowledge of expert and novice students for the solving of a basic problem in chemistry, International Journal of Science Education, 21(2), p195–211.

- Hofstein, A., 2004, The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research, *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), p247-264.
- Hofstein, A. and Lunetta, V.N., 1982, The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research, *Review of Educational Research*, 52(2), p201-217.
- Hofstein, A. and Lunetta, V.N., 2004, The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88, p28–54.
- Hofstein, A., Shore, R., and Kipnis, M., 2004, Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory - A case study, *International Journal of Science Education*, 26 (1), p47-62.
- Hofstein, A., Levi-Nahum, T., and Shore, R., 2001, Assessment of the learning environment of inquiry-type laboratories in high school chemistry, *Learning Environments Research*, 4(2), p193- 207.
- Hollingworth, R., 2001, The role of computers in teaching chemistry problem solving, *Chemical Education Journal*, 5(2).
- Hsieh, I.-L.G. and O'Neil Jr, H.F., 2002, Types of feedback in a computer-based collaborative problem solving group task, *Computers in Human Behavior*, 18(6), p699–715.
- Jalil, P.A., 2006, A procedural problem in laboratory teaching: experiment and explain, or vice-versa?, *Journal of Chemical Education*, 83(1), p159-163.
- Jeon, K., Huffman, D., Noh, T., 2005, The effects of thinking aloud pair problem solving on high school students' chemistry problem-solving performance and verbal interactions, *Journal of Chemical Education*, 85(10), p1558-1564.
- Kalın, Ş., 2003, Kimya öğrencilerinin analitik kimyada kullandıkları problem çözme stratejileri, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, OFMA Kimya Eğitimi Anabilim Dalı.
- Kampourakis, C. and Tsaparlis, G., 2003, A study of the effect of a practical activity on problem solving in chemistry, *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(3), p319-333.
- Kanlı, U., 2007, 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımı ile doğrulama laboratuvar yaklaşımlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve kavramsal başarılarına etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen Ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Öğretmenliği Bilim Dalı.
- Kaptan, F., 1999, Fen bilgisi öğretimi, İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları: 3229, Bilim ve Kültür Eserleri Dizisi: 1144, Öğretmen Kitapları Dizisi: 204.

- Karahan, Z., 2006, Fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerine dayalı öğrenme yaklaşımının öğrenme ürünlerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Programları Ve Öğretim Anabilim Dalı.
- Karataş, İ. ve Güven, B., 2003, 8. sınıf öğrencilerinin problem çözme sürecince kullandığı bilgi türlerinin analizi, Matematikçiler Derneği Bilim Köşesi, <http://www.matder.org.tr/bilim/8sopcskbt.asp?ID=45>
- Keleş, O.B., 2000, Eğitim Yöneticilerinde Sorun Çözme ve Denetim Odağı İlişkisi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kogut, L.S., 1996, Critical thinking in general chemistry, Journal of Chemical Education, 73(3) p218–221.
- Kolb, S.M. and Stuart, S.K., 2005, Active problem solving: A model for empowerment, Teach Except Child, 38(2), p14-21.
- Koray, Ö., Köksal, M.S., Özdemir, M. and Presley, A.I., 2007, The effect of creative and critical thinking based laboratory applications on academic achievement and science process skills, Elementary Education Online, 6(3), p377-389.
- Krishnan, S.R., 1991, Conceptual change in chemistry through cooperative problem-solving, A Dissertation presented in fulfillment of the requirements for the Degree Doctor of Philosophy, North Carolina State University.
- Küçükahmet, L., 2003, Öğretimde planlama ve değerlendirme, 13. baskıdan tıpkı basım, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Leary, R.F., 1993, Effect of concept maps on concept learning and problem-solving achievement in high school chemistry, A Dissertation presented in fulfillment of the requirements for the Degree Doctor of Philosophy, Arizona State University.
- Lee, K.W.L., Tang, W.U., Goh, N.K., and Chia, L.S., 2001, The predicting role of cognitive variables in problem solving in mole concept, Chemistry Education Research and Practice, 2(3), p285-301.
- Lee, K.W., 1985, Cognitive variables in problem solving in chemistry, Research in Science Education, 15(1), p43-50.
- Lin, Huann-shyang., Hung, Jui-ying. and Hung, Su-chu., 2002, Using the history of science to promote students' problem-solving ability, International Journal of Science Education, 24(5), p453–464.
- Lynch, C.L., Wolcott, S.K., and Huber, G.E., 2000, Tutorial for optimizing and documenting open-ended problem solving skills [On-line]. Available: <http://home.apex.net/~leehaven>.
- Lythcott, J., 1990, Problem solving and requisite knowledge of chemistry, Journal of Chemical Education, 67(3), p248–252.

- Macpherson, K., 2002, Problem-solving ability and cognitive maturity in undergraduate students, *Assessment & Evaluation In Higher Education*, 27(1), p5-22.
- Mahalingam, M. Schaefer, F. and Morlino, E., 2008, Promoting student learning through group problem solving in general chemistry recitations, *Journal of Chemical Education*, 85(11), p1577-1581.
- Martinez, M.E., 1998, What Is Problem Solving?, *Phi Delta Kappan* 79(8), p605-609.
- Mayer, R.E., 1997, *Thinking, Problem Solving, Cognition*, 2nd edn, New York, Freeman.
- McCalla, J., 2003, Problem solving with pathways, *Journal of Chemical Education*, 80(1), p92-98.
- Mertoğlu, H. and Öztuna, A., 2004, Bireylerin teknoloji kullanımı problem çözme yetenekleri ile ilişkili midir?, *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 3(1).
- Mettes, C.T.C.W., Pilot, A. and Kramers-Pals, H., 1980, Teaching and learning problem solving in science. Part I: A General strategy, *Journal of Chemical Education*, 57(12), p882–85.
- Mitchell, R.C., 1997, Student's understanding of chemical equilibrium as revealed by algorithmic and conceptual problems, A Thesis submitted to the Faculty of Purdue University. In partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy.
- Moss, G.D. and McMillen, D., 1980, A strategy for developing problem-solving skills in large undergraduate classes, *Studies in Higher Education*, 5(2), p161-171.
- Nakhleh, M.B., 1993, Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers?, *Journal of Chemical Education*, 70(1), p52–55.
- Nakhleh, M.B. and Mitchell, R.C., 1993, Concept learning versus problem solving: there is a difference, *Journal of Chemical Education*, 70(3), p190–192.
- Nammouz, M. S., 2005, A study of the effects that grouping laboratory partners based on logical thinking abilities have on their problem solving strategies in a general chemistry course, A Dissertation presented to the Graduate School of Clemson University, In partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy Curriculum and Instruction: Chemical Education
- Neeland, E.G., 1999, An introductory organic lab for the problem-solving lab approach, *Journal of Chemical Education*, 76(2), p230-231.

- Niaz, M., 1995, Relationship between student performance on conceptual and computational problems of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 17, p343–355.
- Niaz, M., 1993, Reasoning strategies of students in solving chemistry problems as a function of developmental level, functional M-capacity and disembedding ability, Reports-Research/Technical, Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (Atlanta, GA, April 1993).
- Niaz, M. and Robinson, W.R., 1993, Teaching algorithmic problem solving or conceptual understanding: role of development level, mental capacity and cognitive style, *Journal of Science Education and Technology*, 2(2), p407–416.
- Norman, O., 1992, An investigation of the effect of using explicit and implicit algorithmic teaching strategies on the problem-solving performance of high school students on a selected chemistry topic, A Dissertation presented in fulfillment of the requirements for the Degree Doctor of Philosophy, The University of Iowa.
- Nurrenbern, S.C. and Pickering, M., 1987, Concept learning versus problem solving: is there a difference?, *Journal of Chemical Education*, 64(6), p508–510.
- Okebukola, P.A.O., 1986, An investigation of some factors affecting students' attitudes toward laboratory chemistry, *Journal of Chemical Education*, 86, p531-532.
- Okey J.R, Wise K.C. and Burns J.C., 1982, Integrated process skill test-2, (Available from Dr. James R. Okey, Department of Science Education, University of Georgia, Athens, GA 30362).
- Oliver-Hoyo M. and Justice, J., 2008, Promoting the use of higher-order cognitive skills in qualitative problem solving, *Journal of College Science Teaching*, 37(5), p62-67.
- O'Neil, H.F., Jr, Chuang, San-Hui, Chung, G.K.W K., 2003, Issues in the computer-based assessment of collaborative problem solving, *Assessment In Education*, 10(3), p361-373.
- O'Neil, H. F., Jr, 1999, Perspectives on computer-based performance assessment of problem solving, *Computers in Human Behavior*, 15(3/4), p225–268.
- Oster, A., 2005, The effect of introducing computers on children's problem-solving skills in science, *British Journal of Educational Technology*, 136(5), p907-909.
- Overton, T. and Potter, N., 2008, Solving open-ended problems, and the influence of cognitive factors on student success, *Chemistry Education Research and Practice*, 9, p65-69.

- Özsoy, G. (2006). Problem çözme ve üstbiliş, Ulusal Sınıf Öğretmenliği Kongresi Bildirileri, Cilt-II (Ankara- Gazi Üniversitesi-Mayıs, 2006). Ankara: Kök Yayıncılık.
- Perez, D.G. and Torregrosa, J.M., 1983, A model for problem-solving in accordance with scientific methodology, *European Journal of Science Education*, 5(4), p 447–455
- Phelps, A.J., 1996, Teaching to enhance problem solving; its more than the numbers, *Journal of Chemical Education*, 73(4), p301–304.
- Pickering, M., 1990, Further studies on concept learning versus problem solving, *Journal of Chemical Education*, 67(3), p254–255.
- Powers, A.R., 2000, Relationship of students' conceptual representations and problem-solving abilities in acid-base chemistry, A Dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, College of Arts and Sciences, Department of Chemistry and Biochemistry.
- Pushkin, D.B., 1998, Introductory students, conceptual understanding and algorithmic success, *Journal of Chemical Education*, 75(7), p809–810.
- Reid, N. and Yang, M., 2002a, The solving of problems in chemistry: the more open-ended problems, *Research in Science and Technological Education*, 20(1), p83-98.
- Reid, N. and Yang, Mei-Jung, 2002b, Open-ended problem solving in school chemistry: a preliminary investigation, *International Journal of Science Education*, 24(12), p1313–1332.
- Reif, F., 1987, Interpretation of scientific or mathematical concepts: Cognitive issues and instructional implications, *Cognitive Science*, 11, p395-416.
- Reif, F., Larkin, B.H. and Brackett, G.C., 1976, Teaching general learning and problem- solving skills. *American Journal of Physics*, 44(3), p212–217.
- Reigosaa, C. and Jiménez-Aleixandre, María-Pilar, 2006, Scaffolded problem-solving in the physics and chemistry laboratory: difficulties hindering students' assumption of responsibility, *International Journal of Science Education*, 1–23, PreView article.
- Robinson, W.R. and Nurrenbern, S.C., Conceptual Questions (CQs), <http://jchemed.chem.wisc.edu/JCEWWW/Features/CQandChP/CQs/CQIntro.html> (accessed Aug 2006).
- Savaşır, İ. ve Şahin. N.H., 1997, Bilişsel- Davranışçı Terapilerde Değerlendirme: Sık Kullanılan Ölçekler, Ankara: Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- Sawrey, B.A., 1990, Concept learning versus problem solving: revisited, *Journal of Chemical Education*, 67(3), pp. 253–254.

- Saygılı, H., 2000, Problem Çözme Becerisi ile Sosyal ve Kişisel Uyum Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı.
- Schacter, J., Herl, H.E., Chung, G.K.W.K., Dennis, R.A. and O'Neil, H.F., Jr, 1999, Computer-based performance assessments: a solution to the narrow measurement and reporting of problem solving, *Computers in Human Behavior*, 15(3/4), p 403–418.
- Seddigi, S. and Overton, T.L., 2003, How students perceive group problem solving: the case of a non-specialist chemistry class, *Chemistry Education: Research And Practice*, 4(3), p387-395.
- Selvaratnam, M. and Canagaratna, S.G., 2008, Using Problem-Solution Maps To Improve Students' Problem-Solving Skills, *Journal of Chemical Education*, 85(3), p381-385.
- Sert Çıbık, A., 2006, Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının fen bilgisi dersinde öğrencilerin mantıksal düşünme becerilerine ve tutumlarına etkisi, Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Adana.
- Sezgin Selçuk, G., Çalışkan, S. and Erol, M., 2007, The effects of gender and grade levels on turkish physics teacher candidates' problem solving strategies, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 4(1), p92-100.
- Sin, H., Frederick, L., Groccia, J.E., 1994, An Integrated Cooperative Learning Oriented Freshman Civil Engineering Course: Computer Analysis in Civil Engineering, *Speeches/Conference papers*, Paper presented at the Freshman Year Experience Conference (13th, Columbia, SC, February 18-22, 1994).
- Sonmaz, S., 2002, Problem Çözme Becerileri ile Yaratıcılık ve Zeka Rasındaki İlişkinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Bilim Dalı.
- Staer, H., Goodrum, D. and Hackling, M., 1998, High school laboratory work in western Australia: openness to inquiry, *Research in Science Education*, 28(2), p219-228.
- Stamovlasis, D., Tsapalis, G., Kamilatos, C., Papaoikonomou, D. and Zarotiadou, E. 2005, Conceptual understanding versus algorithmic problem solving: further evidence from a national examination, *Chemistry Education Research and Practice*, 6, 104–118.
- Stamovlasis, D., Tsapalis, G., Kamilatos, C., Papaoikonomou, D. and Zarotiadou, E., 2004, Conceptual understanding versus algorithmic problem solving: a principal component analysis of a national examination, *The Chemical Educator*, 9, p398–405.

- Su, K-D., 2008, An informative study of integrating multimedia technology into problem-solving for promoting students' abilities in general chemistry, *Int'l J Instructional Media*, 35(3), p339-353.
- Suits, J.P., 2004, Assessing Investigative Skill Development in Inquiry-Based and Traditional College Science Laboratory Courses, *School Science and Mathematics*, 104(6), p248-257.
- Sundberg, M.D. and Moncada, G.J., 1994, Creating effective investigative laboratories for undergraduates, *BioScience*, 44(10), p698-704.
- Swanson, H.L., 1990, Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 82(2), p306-314.
- Szeto, A. Ka-Fai, 2003, An analysis of cognitive growth of undergraduate students in a problem-centered general chemistry laboratory curriculum, Submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Education in College Teaching of an Academic Subject in Teachers College, Columbia University.
- Şahin N.H., Şahin, N.N., and Heppner P.P., 1993, Psychometric Properties of The Problem Solving Inventory in A Group of Turkish University Students. *Cognitive Therapy and Research*, 17(3), p379-385.
- Şen, N, 1997, Kimya Öğretmenlerinin nicel analitik kimya problemlerini çözmede kullandıkları stratejiler, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı.
- Tanrere, M., 2008, Environmental problem solving in learning chemistry for high school students, *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 3(1), p47-50.
- Tatar, N., 2006, İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Taylan, S., 1990, Heppner'in problem çözme envanterinin uyarılma, güvenirlik ve geçerlik çalışmaları, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Temiz, B.K ve Kanlı, U., 2005, Üniversite 1. sınıf öğrencilerinin temel fizik laboratuvar araçlarını tanıma bilgileri, *Milli Eğitim Dergisi*, 168.
- Temiz, B.K., 2001, Lise 1. sınıf fizik dersi programının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye uygunluğunun incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Tezcan, H. ve Bilgin, E., 2004, Liselerde çözünürlük konusunun öğretiminde laboratuvar yönteminin ve bazı faktörlerin öğrenci başarısına etkileri, *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Dergisi*, 24(3), p175-191.

- Thompson, J. and Soyibo, K., 2002, Effect of lecture, teacher demonstrations, discussion and practical work on 10th grader's attitude to chemistry and understanding of electrolysis, *Research in Science and Technological Education*, 20(1), p25-37.
- Tingle, J.B., 1988, Effect of cooperative grouping on stoichiometric problem-solving in high school chemistry, A Dissertation presented in fulfillment of the requirements for the Degree Doctor of Philosophy, Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College.
- Tobin, K. and Copie, W., 1981, Test of logical thinking, *Educational and Psychological Measurement*, 41(2), p413-424.
- Tsaparlis, G., 2005, Non-algorithmic quantitative problem solving in university physical chemistry: a correlation study of the role of selective cognitive factors, *Research in Science & Technological Education*, 23(2), p125-148.
- Veal, W.R., Taylor, D. and Rogers, A.L., 2009, Using self-reflection to increase science process skills in the general chemistry laboratory, *Journal of Chemical Education*, 86(3), p393-398.
- Waddling, R.E., 1988, Pictorial problem-solving networks, *Journal of Chemical Education*, 65(3), p260-262.
- Wheatley, G.H., 1984, MEPS Technical Report, Mathematics and Science Centre, Purdue University.
- Wilson, H.J., 1987, Problem-solving laboratory exercises, *Journal of Chemical Education*, 64(10), 895.
- Winkel, J.B., 2000, Getting to the mall: an activity for problem-solving, *Classroom Notes*, Classroom Notes, p921-931.
- Wood, C., 2006, The development of creative problem solving in chemistry, *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), p96-113.
- Yaman, S., 2005, Fen bilgisi öğretiminde probleme dayalı öğrenmenin mantıksal düşünme becerisinin gelişimine etkisi, *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 2(1), p56-70.
- YÖK Dünya Bankası, 1997, Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara, Türkiye.
- Yung, B.H.W., 2001, Three views of fairness in a school-based assessment scheme of practical work in biology, *International Journal of Science Education*, 23, p985-1005.
- Zoller, U., 2002, Algorithmic, LOCS And HOCS (Chemistry) exam questions: performance and attitudes of college students, *International Journal of Science Education*, 24(2), p185-203.

Zoller, U. and Tsapalis, G., 1997, Higher and lower-order cognitive skills: The Case of chemistry, *Research in Science Education*, 27(1), p117–130.

Zoller, U., Lubezky, A., Nakhleh, M.B., Tessier, B. and Dori, J., 1995, Success on algorithmic and LOCS vs. conceptual chemistry exam questions, *Journal of Chemical Education*, 72(11), p987–989.

(chem.ntci.on.ca/sch4u/InquiryRubric.pdf)

EKLER

EK 1

PROBLEM ÇÖZME BECERİSİNİ ALGILAMA ENVANTERİ

MADDELER	1. Her zaman böyle davranırım 2. Çoğunlukla böyle davranırım. 3. Sık sık böyle davranırım. 4. Arada sırada böyle davranırım. 5. Ender olarak böyle davranırım 6. Hiçbir zaman böyle davranmam					
	1	2	3	4	5	6
1. Bir sorunumu çözmek için kullandığım çözüm yolları başarısız ise bunların neden başarısız olduğunu araştırmam.	1	2	3	4	5	6
2. Zor bir sorunla karşılaştığımda ne olduğunu tanı olarak belirleyebilmek için nasıl bilgi toplayacağımı uzun boylu düşünmem.	1	2	3	4	5	6
3. Bir sorunumu çözmek için ilk çabalar başarısız olursa o sorun ile başa çıkabileceğimden şüpheye düşerim.	1	2	3	4	5	6
4. Bir sorunumu çözdükten sonra bu sorunu çözerken neyin işe yaradığını neyin yaramadığını ayrıntılı olarak düşünmem.	1	2	3	4	5	6
5. Sorunlarımı çözmek konusunda genellikle yaratıcı ve etkili çözümler üretebilirim.	1	2	3	4	5	6
6. Bir sorunumu çözmek için belli bir yolu denedikten sonra durur ve ortaya çıkan sonuç ile olması gerektiğini düşündüğüm sonucu karşılaştırırım.	1	2	3	4	5	6
7. Bir sorunum olduğunda onu çözebilmek için başvurabileceğim yolların hepsini düşünmeye çalışırım.	1	2	3	4	5	6
8. Bir sorunla karşılaştığımda neler hissettiğimi anlamak için duygularımı incelerim.	1	2	3	4	5	6
9. Bir sorun kafamı karıştırdığında duygu ve düşüncelerimi somut ve açık seçik terimlerle ifade etmeye uğraşırım.	1	2	3	4	5	6

10. Başlangıçta çözümünü fark etmesem de sorunlarımın çoğunu çözme yeteneğim vardır.	1	2	3	4	5	6
11. Karşılaştığım sorunların çoğu, çözebileceğimden daha zor ve karmaşıktır.	1	2	3	4	5	6
12. Genellikle kendimle ilgili kararları verebilirim ve bu kararlardan hoşnut olurum.	1	2	3	4	5	6
13. Bir sorunla karşılaştığımda onu çözmek için genellikle aklıma gelen ilk yolu izlerim.	1	2	3	4	5	6
14. Bazen durup sorunlarım üzerinde düşünmek yerine gelişigüzel sürüklenip giderim.	1	2	3	4	5	6
15. Bir sorunla ilgili olası bir çözüm yolu üzerinde karar vermeye çalışırken seçeneklerimin başarı oranını tek tek değerlendiririm.	1	2	3	4	5	6
16. Bir sorunla karşılaştığımda başka konuya geçmeden önce durur ve o sorun üzerinde düşünürüm.	1	2	3	4	5	6
17. Genellikle aklıma ilk gelen fikir doğrultusunda hareket ederim.	1	2	3	4	5	6
18. Bir karar vermeye çalışırken her seçeneğin sonuçlarını ölçer, tartar, birbiriyle karşılaştırır sonra karar veririm.	1	2	3	4	5	6
19. Bir sorunumu çözmek üzere plan yaparken o planı yürütebileceğime inanırım.	1	2	3	4	5	6
20. Belli bir çözüm planımı uygulamaya koymadan önce nasıl bir sonuç vereceğini tahmin etmeye çalışırım.	1	2	3	4	5	6
21. Bir soruna yönelik olası çözüm yollarını düşünürken çok fazla seçenek üretmem.	1	2	3	4	5	6
22. Bir sorunumu çözmeye çalışırken sıklıkla kullandığım bir yöntem daha önce başıma gelmiş benzer sorunları düşünmektir.	1	2	3	4	5	6
23. Yeterince zamanım olur ve çaba gösterirsem karşılaştığım sorunların çoğunu çözebileceğime inanıyorum.	1	2	3	4	5	6
24. Yeni bir durumla karşılaştığımda ortaya çıkabilecek sorunları çözebileceğime inancım vardır.	1	2	3	4	5	6
25. Bazen bir sorunu çözmek için çabaladığım halde bir türlü esas konuya giremediğim ve gereksiz ayrıntılarla uğraştığım duygusunu yaşarım.	1	2	3	4	5	6
26. Ani kararlar verir ve sonra pişmanlık duyarım.	1	2	3	4	5	6
27. Yeni ve zor sorunları çözebilme yeteneğime güveniyorum.	1	2	3	4	5	6

28. Elimdeki seçenekleri karşılaştırırken ve karar verirken kullandığım sistematik bir yöntem vardır.	1	2	3	4	5	6
29. Bir sorunla başa çıkma yollarını düşünürken çeşitli fikirleri birleştirmeye çalışmam.	1	2	3	4	5	6
30. Bir sorunla karşılaştığımda bu sorunun çıkmasında katkısı olabilecek benim dışımdaki etmenleri genellikle dikkate almam.	1	2	3	4	5	6
31. Bir konuyla karşılaştığımda ilk yaptığım şeylerden biri durumu gözden geçirmek ve konuyla ilgili olabilecek her türlü bilgiyi dikkate almaktır.	1	2	3	4	5	6
32. Bazen duygusal olarak öylesine etkilenirim ki sorununla başa çıkma yollarından pek çoğunu dikkate bile almam.	1	2	3	4	5	6
33. Bir karar verdikten sonra ortaya çıkan sonuç genellikle benim beklediğim sonuca uyar.	1	2	3	4	5	6
34. Bir sorunla karşılaştığımda o durumla başa çıkabileceğimden genellikle pek emin değilimdir.	1	2	3	4	5	6
35. Bir sorunun farkına vardığımda ilk yaptığım şeylerden biri sorunun tam olarak ne olduğunu anlamaya çalışmaktır.	1	2	3	4	5	6

EK 2

BİLİMSEL İŞLEM BECERİ TESTİ

AÇIKLAMA: Bu test, özellikle Fen ve Matematik derslerinizde ve ileride karsınıza 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 kabiliyetlerini ölçebilen sorular bulunmaktadır. Her soruyu okuduktan sonra kendinizce uygun seçeneği yalnızca cevap kâğıdına işaretleyiniz.

1. Bir basketbol antrenörü, oyuncuların güçsüz olmasından dolayı maçları kaybettiklerini düşünmektedir. 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 arttırdığı 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 komsularından 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?

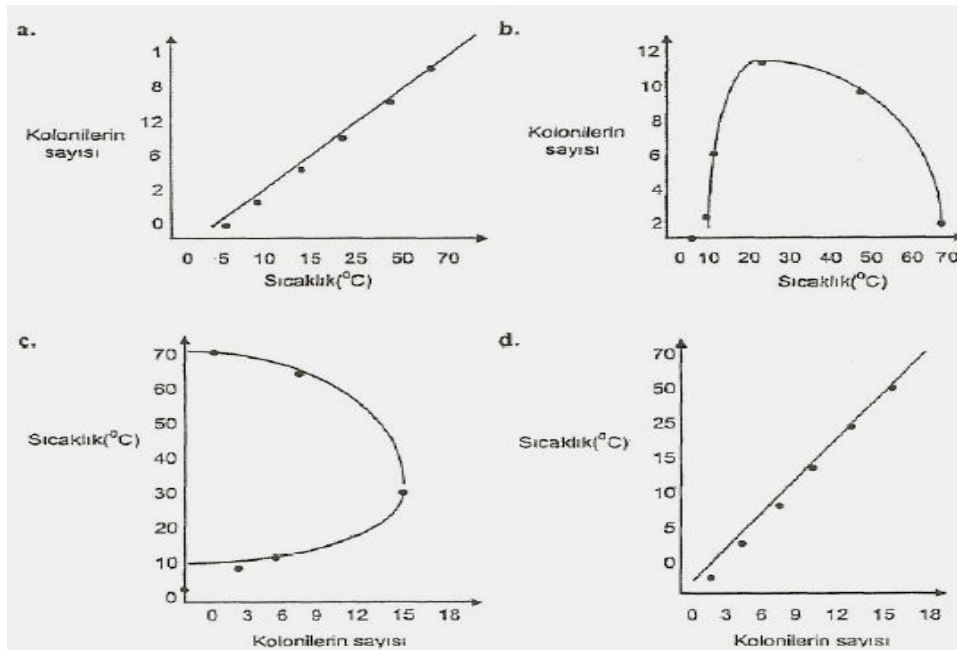
- a. Evin çevresindeki ağaç sayısı ne kadar az ise ısınma gideri o kadar fazladır.
- b. Evde ne kadar çok pencere ve kapı varsa, ısınma gideri de o kadar fazla olur.
- c. Büyük evlerin ısınma giderleri fazladır.
- d. Isınma giderleri arttıkça ailenin daha ucuza ısınma yolları araması gerekir.

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

Deney odasının sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	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 hangisiyle sınavabilir?

- a. Daha genç sürücülerin daha hızlı araba kullanma olasılığı yüksektir.
- b. Kaza yapan arabalar ne kadar büyükse, içindeki insanların yaralanma olasılığı o kadar azdır.
- c. Yollarda ne kadar çok polis ekibi olursa, kaza sayısı o kadar az olur.

d. Arabalar eskidikçe kaza yapma olasılıkları artar.

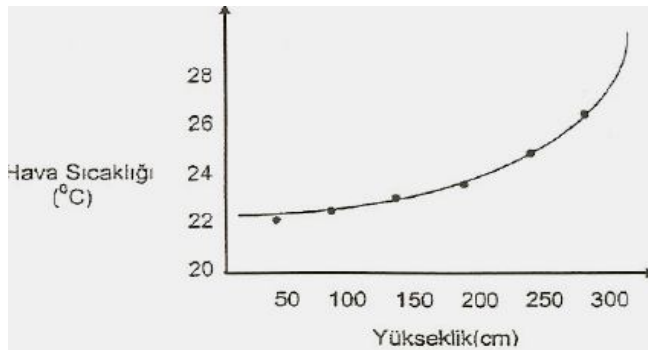
7. Bir fen sınıfında, tekerlek yüzeyi genişliğinin tekerleğin daha kolay yuvarlanması üzerine etkisi araştırılmaktadır. Bir oyuncak arabaya geniş yüzeyli tekerlekler takılır, önce bir rampadan (eğik düzlem) aşağı bırakılır ve daha sonra düz bir zemin üzerinde gitmesi sağlanır. Deney, aynı arabaya daha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



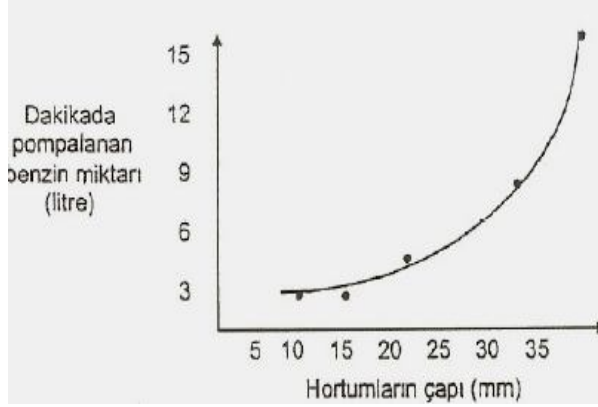
- a. Yükseklik arttıkça sıcaklık azalır.
- b. Yükseklik arttıkça sıcaklık artar.
- c. Sıcaklık arttıkça yükseklik azalır.
- d. Yükseklik ile sıcaklık artışı arasında bir ilişki yoktur.

10. Ahmet, basketbol topunun içindeki hava arttıkça, topun daha yükseğe sıçrayacağını 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. içlerinde aynı miktarlarda hava olan topları, zeminle farklı açılardan yere vurur.
d. içlerinde 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?

- a. Hortumun çapı genişledikçe dakikada pompalanan benzin miktarı da artar.
b. Dakikada pompalanan benzin miktarı arttıkça, daha fazla zaman gerekir.
c. Hortumun çapı küçüldükçe dakikada pompalanan benzin miktarı da artar.
d. 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 birtakım 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, günesin 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 bası 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 derecelerde ısıtır.
d. Günün farklı saatlerinde günesin 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 maddenin 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 maddenin 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 baslar. Aşağıdakilerden hangisi sınamaya 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' inci sorulan aşağıda verilen paragrafı okuyarak cevaplayınız. Murat, suyun sıcaklığının, su içinde çözünebilecek seker miktarını etkileyip etkilemediğini araştırmak ister. Birbirinin aynı dört bardağın her birine 50 ser mililitre su koyar. Bardaklardan birisine 0C de, diğerine de sırayla 50C, 75C ve 95C sıcaklıkta su koyar. Daha sonra her bir bardağa çözünebileceği kadar seker koyar ve karıştırır.
17. Bu araştırmada sınanan hipotez hangisidir? a. Seker ne kadar çok suda karıştırılırsa, o kadar çok çözünür. b. Ne kadar çok seker çözünürse, su o kadar tatlı olur. c. Sıcaklık ne kadar yüksek olursa, çözünen sekerin miktarı o kadar fazla olur. d. Kullanılan suyun miktarı arttıkça sıcaklığı da artar.
18. Bu araştırmada kontrol edilebilen değişken hangisidir? a. Her bardakta çözünen seker miktarı b. Her bardağa konulan su miktarı c. Bardakların sayısı d. Suyun sıcaklığı

19.Araştırmanın bağımlı değişkeni hangisidir? a. Her bardakta çözünen seker miktarı b. Her bardağa konulan su miktarı c. Bardakların sayısı d. Suyun sıcaklığı
20. Araştırmadaki bağımsız değişken hangisidir? a. Her bardakta çözünen seker 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. Bitkilerin 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 parçalarının şekli gibi faktörlerin erime süresini etkileyebileceğini düşünür. Daha sonra şu hipotezi sınamaya karar verir: Buz

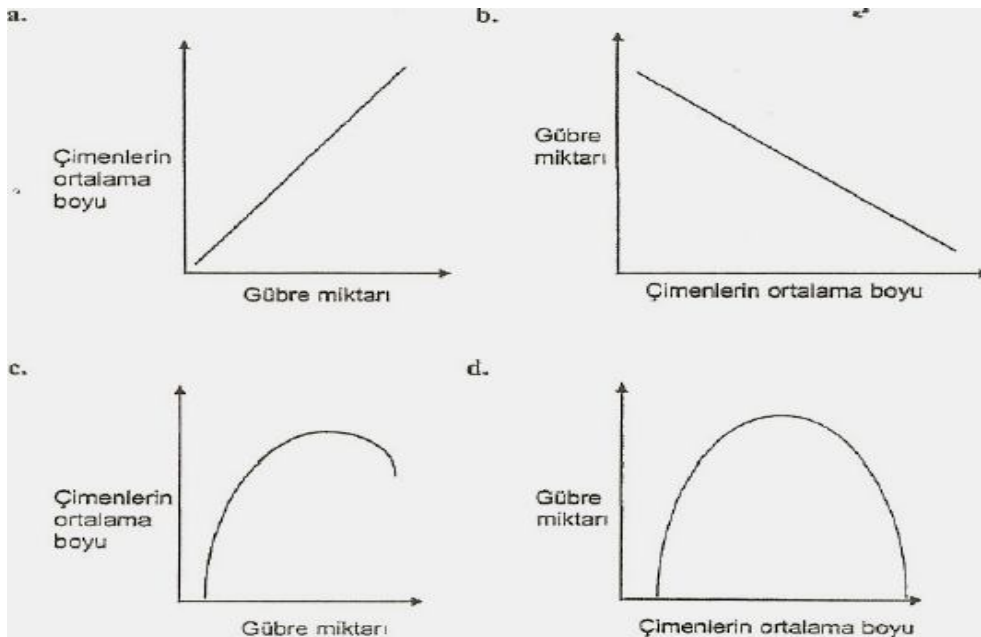
parçalarının şekli, erime süresini etkiler. Ahmet bu iki hipotezi sınamak için aşağıdaki deney tasarımlarının hangisini uygulamalıdır?

- a. Her biri farklı şekil ve ağırlıkta beş buz parçası alınır. Bunlar aynı sıcaklıkta benzer beş kabin 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 kabin 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 kabin 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 kabin içine ayrı ayrı konur ve erime süreleri izlenir.

25. Bir araştırmacı yeni bir gübreyi denemektedir. Çalışmalarını aynı büyüklükte beş tarlada yapar. Her tarlaya yeni gübresinden değişik miktarlarda karıştırır. Bir ay sonra, her tarlada yetişen - çimenin ortalama boyunu ölçer. Ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

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

Tablodaki verilerin grafiği aşağıdakilerden hangisidir?



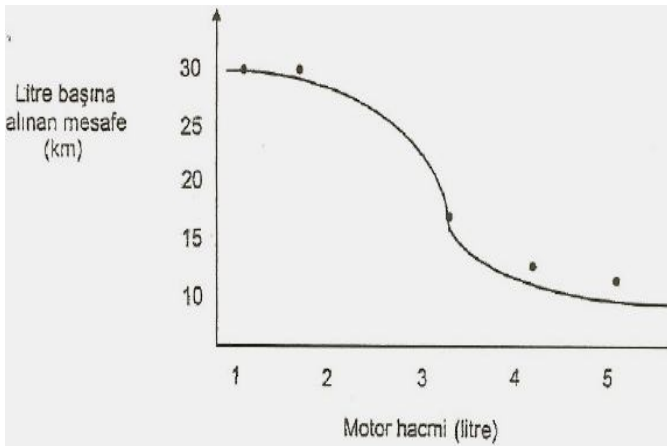
26. Bir biyolog şu hipotezi test etmek ister: Farelere ne kadar çok vitamin verilirse o kadar hızlı büyürler. Biyolog farelerin büyüme hızını nasıl ölçebilir?

- 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, sekerin suda çözünme süresini etkileyebilecek değişkenleri düşünmektedirler. Suyun sıcaklığını, sekerin ve suyun miktarlarını değişken olarak saptarlar. Öğrenciler, sekerin suda çözünme süresini aşağıdaki hipotezlerden hangisiyle sınayabilir?

- a. Daha fazla sekeri çözmek için daha fazla su gereklidir.
- b. Su soğudukça, sekeri çözebilmek için daha fazla karıştırmak gerekir.
- c. Su ne kadar sıcaksa, o kadar çok seker çözünecektir.
- d. Su ısındıkça seker 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?

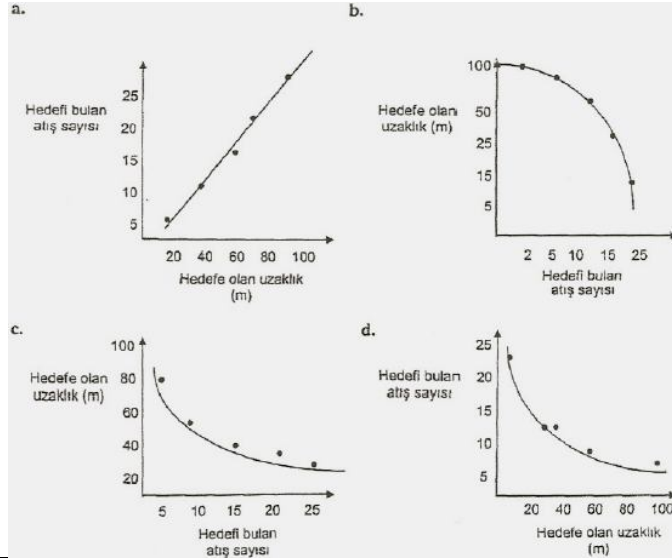
- a. Motor ne kadar büyükse, bir litre benzinle gidilen mesafe de o kadar uzun olur.
- b. Bir litre benzinle gidilen mesafe ne kadar az olursa, arabanın motoru o kadar küçük demektir.
- c. Motor küçüldükçe, arabanın bir litre benzinle gidilen mesafe artar.
- d. Bir litre benzinle gidilen mesafe ne kadar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

demektir.
29, 30, 31 ve 32' inci sorulan aşığıda verilen paragrafı okuyarak cevaplayınız. Toprağı karıştırılan yaprakların domates üretimine etkisi araştırılmaktadır. Araştırmada dört büyük saksıya aynı miktarda ve tipte toprak konulmuştur. Fakat birinci saksıdaki toprağı 15 kg., ikinciye 10 kg., üçüncüye ise 5 kg. çürümüş yaprak karıştırılmıştır. Dördüncü saksıdaki toprağı 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. Toprağı 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 çektiğı demir tozlarını tartar. Bu çalışmada mıknatısın kaldırma yeteneğı 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?



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. Su da ne kadar çok oksijen varsa, balıklar o kadar iri olur.
- d. Akvaryum ne kadar çok 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 makinesinin kullanma sıklığı
- d. a ve c

EK 3

MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ TESTİ

AÇIKLAMA: Bu test, özellikle Fen ve Matematik dallarında karşılaşabileceğiniz problemlerde neden-sonuç ilişkisini görüp, problem çözme stratejilerini ne derece kullanabileceğinizi göstermesi açısından çok faydalıdır. Bu test içindeki sorular mantıksal ve bilimsel olarak düşünmeyi gösterecek cevapları içermektedir.

SORU 1: Bir boyacı aynı büyüklükteki altı odayı boyamak için dört kutu boya kullandığına göre sekiz kutu boya ile yine aynı büyüklükte kaç oda boyayabilir?

- a. 7 oda
- b. 8 oda
- c. 9 oda
- d. 10 oda
- e. Hiçbiri

Açıklaması:

- 1. Oda sayısının boya kutusu sayısına oranı daima $3/2$ olacaktır.
- 2. Daha fazla boya kutusu ile fark azalabilir.
- 3. Oda sayısı ile boya kutusu sayısı arasındaki fark her zaman iki olacaktır.
- 4. Dört kutu boya ile fark iki olduğuna göre, altı kutu boya ile fark yine iki olacaktır.
- 5. Ne kadar çok boyaya ihtiyaç olduğunu tahmin etmek mümkün değildir.

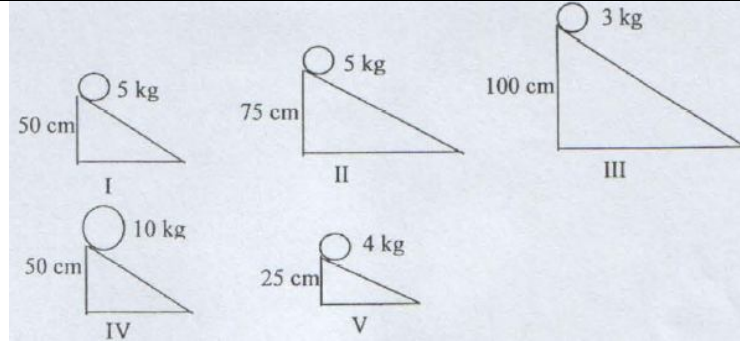
SORU 2: On bir odayı boyamak için kaç kutu boya gerekir? (Birinci soruya bakınız)

- a. 5 kutu
- b. 7 kutu
- c. 8 kutu
- d. 9 kutu
- e. Hiçbiri

Açıklaması:

- 1. Boya kutusu sayısının oda sayısına oranı daima $2/3$ dür.
- 2. Eğer beş oda daha olsaydı, üç kutu boya daha gerekirdi.
- 3. Oda sayısı ile boya kutusu arasındaki fark her zaman ikidir.
- 4. Boya kutusu sayısı oda sayısının yarısı olacaktır.
- 5. Boya miktarını tahmin etmek mümkün değildir.

SORU 3: Topun eğik bir düzlemde (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra kat ettiği mesafe ile eğik düzlemin yüksekliği arasındaki ilişkiyi bulmak için bir deney yapmak isterseniz. Aşağıda gösterilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız?

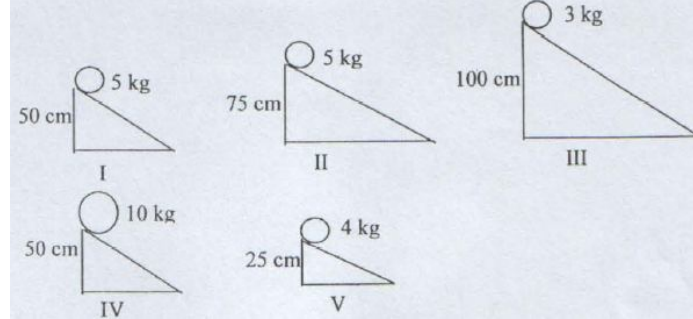


- a. I ve IV b. III ve IV c. I ve II d. III ve V e. Hepsi

Açıklaması:

1. En yüksek eğik düzleme(rampa) karşı en alçak olan karşılaştırılmalı.
2. Tüm eğik düzlem setleri birbiriyle karşılaştırılmalıdır.
3. Yükseklik arttıkça topun ağırlığı azalmalıdır.
4. Yükseklikler aynı fakat top ağırlıkları farklı olmalıdır.
5. Yükseklikler farklı fakat top ağırlıkları aynı olmalıdır.

SORU 4: Tepeden yuvarlanan topun eğik düzlemden (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra kat ettiği mesafenin topun ağırlığıyla olan ilişkisini bulmak için bir deney yapmak isterseniz, aşağıda verilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız?



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

Açıklaması:

1. Eğer ağır olan top en hafif olan ile kıyaslanmalıdır.
2. Tüm eğik düzlem setleri birbirleriyle karşılaştırılmalıdır.
3. Topun ağırlığı arttıkça, yükseklik azaltılmalıdır.
4. Ağırlıklar farklı fakat yükseklikler aynı olmalıdır.
5. Ağırlıklar aynı fakat yükseklikler farklı olmalıdır.

SORU 5: Bir Amerikalı turist bir trende altı kişinin bulunduğunu bir kompartımana girer. Bu kişilerden üçü yalnızca İngilizce ve diğer üçü ise yalnızca Fransızca bilmektedir. Amerikalının kompartımana ilk girdiğinde İngilizce bilen biriyle konuşma olasılığı nedir?

- a. 2 de 1
- b. 3 de 1
- c. 4 de 1
- d. 6 da 1
- e. 6 da 4

Açıklaması:

1. Ardarda üç Fransızca bilen kişi çıkabildiği için dört seçim yapılmalıdır.
2. Mevcut altı kişi arasından İngilizce bilen bir kişi seçilmelidir.
3. Toplam üç İngilizce bilen kişiden sadece birinin seçilmesi yeterlidir.
4. Kompartımandakilerin yarısı İngilizce konuşur.
5. Altı kişi arasından, bir İngilizce bilen kişinin yanı sıra, üç tanede Fransızca bilen kişi seçilebilir.

SORU 6: Üç altın, dört gümüş ve beş bakır para bir torbaya konulduktan sonra, dört altın, iki gümüş ve üç bakır yüzük de aynı torbaya konuluyor. İlk denemede torbadan altın bir nesne çekme olasılığı nedir?

- a. 2 de 1
- b. 3 de 1
- c. 7 de 1
- d. 21 de 1
- e. Yukarıdakilerden hiçbiri

Açıklaması:

1. Altın, gümüş ve bakır yapılan nesneler arasından bir altın nesne seçilmelidir.
2. Paraların $\frac{1}{4}$ 'ü ve yüzüklerin $\frac{4}{9}$ 'u altından yapılmıştır.
3. Torbadan çekilen nesnenin para veya yüzük olması önemli olmadığı için, toplam 7 altın nesneden bir tanesinin seçilmesi yeterlidir.
4. Toplam 21 nesneden bir altın nesne seçilmelidir.
5. Torbadaki 21 nesnenin 7'si altından yapılmıştır.

SORU 7: Altı yaşındaki Ahmet'in şeker almak için 50 lirası vardır. Bakkaldaki kapalı iki şeker kutusundan birinde 30 adet kırmızı şeker ve 50 adet sarı şeker bulunmaktadır. İkinci kutuda ise 20 adet kırmızı ve 30 adet sarı şeker vardır. Ahmet şekerleri sevmektedir. Ahmet'in ikinci kutudan kırmızı şeker çekme olasılığı birinci kutuya göre daha fazlamıdır?

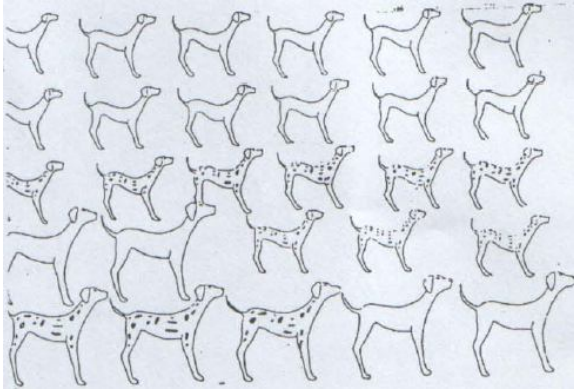
- a. Evet
- b. Hayır

Açıklaması:

1. Birinci kutuda 30, ikinci kutuda ise yalnızca 20 kırmızı şeker vardır.

2. Birinci kutuda 20 tane daha fazla sarı şeker, ikincisinde ise yalnızca 10 tane daha fazla sarı şeker vardır.
3. Birinci kutuda 50, ikincisinde ise yalnızca 30 sarı şeker vardır.
4. İkinci kutudaki kırmızı şekerlerin oranı daha fazladır.
5. Birinci kutuda daha fazla sayıda şeker vardır.

SORU 8: 7 büyük ve 21 küçük köpek şekli aşağıda verilmiştir. Bazı köpekler benekli bazıları ise beneksizdir. Büyük köpeklerin benekli olma olasılıkları küçük köpeklerden daha fazlamıdır?



- a. Evet
- b. Hayır

Açıklaması:

1. Bazı küçük köpeklerin ve bazı büyük köpeklerin benekleri vardır.
2. 9 tane küçük köpeğin ve yalnızca üç tane büyük köpeğin benekleri vardır.
3. 28 köpekten 12 tanesi beneklidir.
4. Büyük köpeklerin $\frac{3}{7}$ 'si ve küçük köpeklerin $\frac{9}{21}$ 'i beneklidir.
5. Küçük köpeklerden 12'sinin beneği vardır, fakat büyük köpeklerden ise sadece 4'ünün beneği vardır.

SORU 9: Bir pastanede üç çeşit ekmek, üç çeşit et ve üç çeşit sos kullanılarak sandviçler yapılmaktadır.

Ekmek Çeşitleri

Buğday (B)

Çavdar (Ç)

Yulaf (Y)

Et Çeşitleri

Salam (S)

Piliç (P)

Hindi (H)

Sos Çeşitleri

Ketçap (K)

Mayonez (M)

Tereyağı (T)

Her bir sandviç ekmek, et ve sos içermektedir. Yalnızca bir ekmek çeşidi, bir et çeşidi ve bir sos çeşidi kullanarak kaç çeşit sandviç hazırlanabilir?

Cevap kâğıdı üzerinde soruyla ilgili bırakılan boşluklara bütün olası çeşitlerin listesini çıkarın. Cevap kâğıdına gereğinden fazla yer bırakılmıştır. Listeyi hazırlarken ekmek, et ve sos çeşitlerinin yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

Örnek: BŞK = Buğday, Salam ve Ketçaptan yapılan sandviç

SORU 10: Bir otomobil yarışında Dodge (D), Chevrolet (C), Ford (F) ve Mercedes (M) marka dört araba yarışmaktadır. Seyircilerden biri arabaların yarışı bitiriş sırasının DCFM olacağını tahmin etmektedir Arabaların diğer mümkün olan bütün yarışı bitirme sıralarını cevap kâğıdında bu soruyla ilgili bırakılan boşluklara yazınız.

Cevap kâğıdında gereksiniminizden fazla yer bırakılmıştır. Bitirme sıralarını gösterirken, arabaların yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

Örnek: DCFM yarışı sırasıyla önce Dodge'nin sonra Chevrolet'in sonra Ford' un ve en son Mercedes' in bitirdiğini gösterir.

EK 4
PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİ DEĞERLENDİRME FORMU

	Gösterilen becerinin niteliği					
Problem çözme süreci ve becerisi	0	1	2	3	4	Yorum
Problemın doğasını ve ilgili bilgiyi ayırt etme İlgili bilgiyi ayırt eder						
Problemle ilgili çelişkilerin sebeplerini açıkça ifade eder						
Mevcut bilgi ile ilgili belirsizlikleri açıkça ifade eder						
Açık uçlu bir problem düzenleme Kişisel tercihleri ve varsayımları tanır ve kontrol eder						
Alt problemleri analiz eder, ilgili bilgiyi farklı açılardan mantıklı ve nitel yorumlar yaparak analiz eder						
Mevcut bilgiyi, problemın karmaşıklığının anlamlı bir tanımını şeklinde organize eder						
Açık uçlu bir problemi çözme Çözüm seçenekleri arasında güvenilir yargılama yapmak için ilgili prensipleri veya yönergeleri oluşturur						
Oluşturulan prensipleri veya yönergeleri objektif bir tarzda kullanır, güvenilir bir sonuca ulaşmak için uygulanabilir seçenekleri değerlendirir ve en uygun çözümü destekler						
Diğer seçeneklerin ışığında en uygun çözümü etkili bir şekilde açıklar						
Açık uçlu bir problemi yeniden düzenleme Problemi yeniden düzenleme ihtiyacını öneren önemli faktörleri kabul etme						
Daha iyi çözümlere götüren veya çözümde daha fazla güven sağlayan uygun bir süreç içerisinde ayırt etme, tasarlama, çözme becerilerini düzenleme						

EK 5**ÖĞRENCİ RAPORLARINI DEĞERLENDİRME FORMU**

Kriterler		Puanlama			
		Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 4
Amaç	Deney ile ilgili kavramların tamamen anlaşıldığını gösterme				
Materyaller ve Prosedür	Tüm materyalleri ayırt etme ve tüm prosedürü açıklama				
Hipotez	Prosedürün sonucunu doğru bir şekilde tahmin etme ve açıklama				
Sonuçlar	İlgili ve doğru gözlem yapma				
	İlgili verileri düzenli olarak kaydetme				
Tartışma	Yeterli veri analizi yapma				
	Verilere dayanarak uygun açıklamalar yapma ve doğru sonuçlar çıkarma				
	Elde edilen kanıtları ve kullanılan yöntemi doğru olarak değerlendirme				

EK 6

2006–2007 Öğretim Yılı Güz Dönemi Final Soruları

1. Avagadro yasasını tanımlayınız.
2. Tepkime ısısı ile tepkimelerin ekzotermik ya da endotermik olarak gerçekleşmesi arasındaki ilişkiyi açıklayınız.
3. Kimyasal dengeyi sıcaklık değişiminin nasıl etkilediğini bir tepkime üzerinde gösteriniz.
4. Toprağın tamponlanma özelliğinin olmamasının bitkiler açısından olumsuz etkileri nelerdir?
5. Demir korozyonunun (paslanma) gerçekleşmesi için gerekli şartlar nelerdir?
6. Aktif olmayan metal kullanımı her türlü korozyon olayını çözmek için kullanılabilir mi?
7. Sert suların neden olduğu problemleri sıralayınız.
8. Aktif kömür filtreleri saf içme suyu sağlamak için kullanılabilir mi?

EK 7

2007–2008 Öğretim Yılı Güz Dönemi Final Soruları

1. Kimyasal kinetiği tanımlayınız.
2. Katı faz yüzey alanı büyüklüğü ile reaksiyon hızı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.
3. pH ile asitlik ve alkalilik arasındaki ilişkiyi açıklayınız.
4. Maddede meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler arasındaki farklılıklar nelerdir?
5. Katalizör kullanımı reaksiyon hızını nasıl etkilemektedir?
6. Homojen karışımları ayırmada kromatografi yönteminin kullanımı hangi durumlarda uygun olabilir?

EK 8

2006–2007 Öğretim Yılı Güz Döneminde uygulamalara katılan öğrenci gruplarından birinin gerçekleştirdiği uygulama adımları

Beşinci grup öğrencilerinin uygulama adımları

1. Problem durumu Normalde havada bulunan ve tepkimeye girmeyen oksijen ve azot gazının şimşek çaktığında tepkimeye girerek azot dioksit gazı oluşturması
1. Problemi belirleme 2.1. Alt problemler • Kimyasal tepkimeler sırasında gerçekleşen enerji değişiminin nedenleri nelerdir? • Kimyasal tepkimeler sırasında çevre ile sistem arasında enerji alış veriş nasıl gerçekleşmektedir? • Çevreye ısı veren tepkimeler hangileridir? • Çevreden ısı alan tepkimeler hangileridir? Problem: Bazı tepkimeler gerçekleşmek için ısıya ihtiyaç duydukları, bazılarının ise dışarı ısı verdiği nasıl belirlenmektedir?
2. Hipotez kurma Problemi çözmek için gerekli teknik ve teorik sorular; • Isı nedir? Isı ile sıcaklık arasındaki ilişki nasıldır? • Kimyasal enerji nedir? • Kimyasal tepkimeler nasıl gerçekleşmektedir? • Kimyasal tepkimeler sırasında çevre ile sistem arasında enerji alış veriş nasıl olmaktadır? • Isı alan tepkimeler ve bu tepkimelerin özellikleri nelerdir? • Isı veren tepkimeler ve bu tepkimelerin özellikleri nelerdir? • Tepkime ısısı nedir? Önerilen Çözüm Yolları ▪ Kalorimetre kabı ile tepkimelerin ekzotermik ya da endotermik olduğunun saptanması ▪ Sabit basınçta tepkimeden önce ve sonra sıcaklığının ölçülmesi ile tepkimenin ekzotermik ya da endotermik olduğunun belirlenmesi Deney Önerisi: Çeşitli tepkimelerin ekzotermik veya endotermik olduğunun saptanması

Hipotez: Tepkimeler gerçekleşmeden önce ve gerçekleşikten sonra tepkime sıcaklıklarının ölçülmesi ile tepkime sıcaklığındaki değişiklikten yararlanarak tepkimelerin ekzotermik mi yoksa endotermik mi olduğu tespit edilebilir.

3. Çözüm yolunu deneme

Deney: Çeşitli tepkimelerin ekzotermik veya endotermik olduğunun saptanması

Sabit sıcaklıkta yürüyen bir kimyasal tepkimede sistem ile çevresi arasında alınıp verilen ısı tepkime ısıdır. Kimyasal tepkimeler gerçekleşirken bağlar kırılmakta ya da yeni kimyasal bağlar oluşmaktadır. Bunun sonucunda da sistemin enerjisi değişmektedir. Kimyasal tepkime gerçekleşirken tepkime sisteminin sıcaklığını sabit tutmak için çevreden ısı alınmakta veya çevreye ısı verilmektedir. Çevreden ısı alınıyorsa böyle tepkimelere endotermik tepkime, çevreye ısı veriliyorsa böyle tepkimelere de ekzotermik tepkime denilmektedir. Yapılan bu deneyde de, bazı tepkimelerin ekzotermik veya endotermik olup olmadıklarına karar vermek için tepkimelerden önce ve sonra tepkime sıcaklıkları ölçülmüştür.

Gerekli araçlar ve kimyasallar

- Beher, termometre, baget
- Sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi, seyreltik hidroklorik asit (HCl) çözeltisi
- Sodyum hidrojen karbonat (NaHCO_3) çözeltisi, sitrik asit ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) çözeltisi
- Bakır(II)sülfat (CuSO_4) çözeltisi, seyreltik sülfirik asit (H_2SO_4) çözeltisi
- Amonyum nitrat (NH_4NO_3), toz magnezyum, magnezyum şerit

Deneyin yapılışı

- Behere 10 cm^3 sodyum hidroksit çözeltisi koyun ve sıcaklığı kaydedin.
- Daha sonra üzerine 10 cm^3 seyreltik hidroklorik asit ekleyin ve karıştırın.
- Termometre ile en yüksek ve en düşük sıcaklığı kaydedin.
- Aynı işlemleri aşağıdaki reaksiyonlar için tekrarlayın:
 - a) sodyum hidrojen karbonat çözeltisi ve sitrik asit,
 - b) bakır(II)sülfat çözeltisi ve magnezyum tozu
 - c) seyreltik sülfirik asit ve magnezyum şerit
 - d) su ve amonyum nitrat

Deneyin sonucu

Birinci beherde tepkime öncesi ve sonrası ölçülen sıcaklık değerleri incelenmiş ve sıcaklığın 20°C 'den 21°C 'ye yükseldiği gözlenmiştir. Bu durum sonucunda tepkimenin gerçekleşirken dışarıya ısı verdiği yani tepkimenin ekzotermik olduğu sonucuna varılmıştır.

İkinci beherde tepkime öncesi ve sonrası ölçülen sıcaklık değerleri incelenmiş, sıcaklığın

20 °C'den 20,5°C'ye yükseldiği gözlenmiştir. Bu durum sonucunda tepkimenin gerçekleşirken dışarıya ısı verdiği yani tepkimenin ekzotermik olduğu sonucuna varılmıştır.

Üçüncü beherde tepkime öncesi ve sonrası ölçülen sıcaklık değerleri incelenmiş, sıcaklığın 20 °C'den 30°C'ye yükseldiği gözlenmiştir. Bu durum sonucunda tepkimenin gerçekleşirken dışarıya ısı verdiği yani tepkimenin ekzotermik olduğu sonucuna varılmıştır.

Dördüncü beherde tepkime öncesi ve sonrası ölçülen sıcaklık değerleri incelenmiş, sıcaklığın 20 °C'den 19 C'ye düştüğü gözlenmiştir. Buradan tepkimenin endotermik olduğu tespit edilmiştir.

Tepkime	Karışım önceki sıcaklık	Karışım sonraki sıcaklık	<i>Ekzotermik veya endotermik</i>
Sodyum hidroksit çözeltisi + seyreltik hidroklorik asit	20 °C	21 °C	<i>Ekzotermik</i>
Sodyum hidrojen karbonat çözeltisi + sitrik asit	20 °C	20,5°C	<i>Ekzotermik</i>
Bakır(II) sülfat çözeltisi + magnezyum toz	20 °C	30 °C	<i>Ekzotermik</i>
<i>Su + amonyum nitrat</i>	<i>20 °C</i>	<i>19 °C</i>	<i>Endotermik</i>

Problemle ilgili sorular ve cevapları

1. Isı nedir? Isı ile sıcaklık arasındaki ilişki nasıldır?

Isı sıcaklık farkından ileri gelen enerji alışverişidir. Sıcak bir cisimden soğuk bir cisme enerji aktarımı ısı şeklinde olmaktadır. Isı akımı sıcaklıkta değişikliğe neden olmaktadır. Isının miktarı, bir maddenin sıcaklığının ne kadar değiştirdiğine bağlıdır.

2. Kimyasal enerji nedir?

Kimyasal enerji, kimyasal bağlar ve moleküller arası çekimlerle ilgili bir enerji türüdür. Eğer kimyasal tepkime, bazı kimyasal bağların kırıldığı ve bazı kimyasal bağların da oluştuğu bir olay olarak düşünülürse, o zaman kimyasal tepkime sonucunda da sistemin enerjisi değişmektedir.

3. Tepkime ısısı nedir?

Sabit sıcaklıkta yürüyen bir kimyasal tepkimede sistem ile çevresi arasında alınıp verilen ısı miktarıdır.

4. Tepkime ısısı ile tepkimelerin ekzotermik ya da endotermik olarak gerçekleşmesi

arasındaki ilişki nasıldır?

Bir tepkime yalıtılmış bir sistemde gerçekleştiğinde, yani çevresi ile madde ve enerji alışverişi olmadığında, sistemin ısısal enerjisinde değişme meydana gelmekte, sıcaklık artmakta ya da azalmaktadır. Eğer bu yalıtılmış sistemin çevresi ile etkileşimde bulunmasına izin verilirse, tepkime ısı, sistemin başlangıçtaki basınç ve sıcaklığına dönebilmesi için çevresi ile alıp vermesi gereken ısı miktarı olacaktır. Bu durumda sistem fiziksel olarak ilk durumuna getirilememektedir. Fakat sistemi ilk durumuna döndürebilecek ısı miktarı hesaplanabilmektedir. Bu da sisteme bir termometre daldırılarak ve tepkime tarafından meydana getirilen sıcaklık değişimlerini kaydederek yapılabilmektedir. Yalıtılmış bir sistemde sıcaklık artışına neden olan yada yalıtılmamış bir sistemde çevreye ısı veren bir tepkimeye ekzotermik, yalıtılmış bir sistemde sıcaklığın azalmasına neden olan yada yalıtılmamış bir sistemde çevreden ısı alan tepkimeye endotermik tepkime denmektedir.

5. Kimyasal tepkimeler gerçekleşirken enerji değişimi nasıl olmaktadır?

Kimyasal dönüşümlerde enerji son derece önemlidir. Bazı tepkimelerin gerçekleşmesi için enerji verilmesi gerekirken, bazıları gerçekleşirken de enerji açığa çıkmaktadır. Endotermik bir dönüşümün gerçekleşmesi için belirli bir enerji seviyesi gerekmektedir, bunun için de enerji verilmelidir. Tepkime, gerçekleşmesi için gerekli enerjiye ulaştıncaya kadar oluşmaktadır. Ekzotermik bir dönüşüm gerçekleşirken de reaksiyon için gerekli enerjiden daha fazla enerji açığa çıkmakta ve tepkime çevreye fazla enerjiyi ısı şeklinde vermektedir.

6. Endotermik tepkimelerde tepkimenin başlatılabilmesi için gerekli olan ön koşul nedir?

Endotermik bir tepkime gerçekleşirken tepkimeye giren maddelerin bağları kırılmakta, bağ kırılması ile açığa çıkan enerji de ürünleri oluşturmak üzere yeni bağların oluşumuna yetmemektedir. Bu nedenle de endotermik bir tepkimenin gerçekleşmesi için belli bir enerjiye gereksinim duyulmaktadır.

5. Geriye dönme

Uygulama sonucunda kurulan hipoteze uygun sonuç elde edilip edilmediği kontrol edilmiş ve hipoteze uygun sonuç alındığı belirlenmiştir.

EK 9

2007–2008 Öğretim Yılı Güz Döneminde uygulamalara katılan öğrenci gruplarından birinin gerçekleştirdiği uygulama adımları

İkinci grup öğrencilerinin uygulama adımları

1. Problem durumu Vücudumuzda gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların hızlanması ve yavaşlatılması
2. Problemi belirleme 2.1. Alt problemler • Reaksiyon hızı nedir? • Reaksiyonların hızı neye bağlıdır? • Reaksiyonların hızlandırılmasını etkileyen etmenler nelerdir? • Reaksiyonların yavaşlatılmasını ya da durdurulmasını etkileyen etmenler nelerdir? Problem: Vücudumuzda gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların hızlarına katalizörlerin ve inhibitörlerin etkileri nelerdir?
3. Hipotez kurma Problemi çözmek için gerekli teknik ve teorik sorular; • Reaksiyon hızı nedir? • Aktivasyon enerjisini nedir? • Kataliz nedir? • Kataliz türleri nelerdir? • Katalizörlerin özellikleri nelerdir? • Katalizörlerin kimyasal reaksiyon hızına ve hız sabitine etkisi nasıldır? • İnhibitör nedir? • İnhibisyon türleri nelerdir? • İnhibitörlerin kimyasal reaksiyonların hızlarına etkisi nasıldır? Önerilen çözüm yolları • Reaksiyon hızına katalizörlerin etkisinin belirlenmesi • Reaksiyon hızına inhibitörlerin etkisinin belirlenmesi Deney önerisi: Demir(III) iyonunun indirgenme reaksiyonunun bakır sülfat çözeltisi yardımıyla hızlandırılması, Hidrojen peroksitin ayrışma reaksiyonunun civa iyonlarıyla inhibe edilmesi (engellenmesi)

Hipotez: Katalizörler kimyasal reaksiyonların hızlarını artırırken, inhibitörler kimyasal reaksiyonların hızlarını yavaşlatabilir yada durdurabilir.

4. Çözüm yolunu deneme

Deney: Demir(III) iyonunun indirgenme reaksiyonunu bakır sülfat çözeltisi yardımıyla hızlandırma

Kimyasal bir tepkimenin aktivasyon enerjisini azaltarak, hızını arttıran fakat tepkime sırasında reaksiyona girmeyen (harcanmayan) maddelere katalizör denilmektedir. Katalizörler, tepkime sonunda herhangi bir değişmeye uğramadan geri kazanılabilmektedir. Çoğu zaman katalizörün fiziksel yapısı değişse bile, kimyasal yapısında herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Yapılan bu deneyde de katalizörlerin reaksiyon hızına etkisi incelenmiştir.

Gerekli araçlar ve kimyasallar

- Deney tüpleri, 0,05M demir(III)klorür (FeCl_3) çözeltisi
- 0,1M tiyosülfat ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) çözeltisi, seyreltik bakır sülfat (CuSO_4) çözeltisi

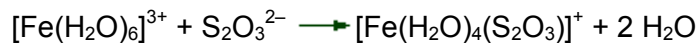
Deneyin yapılışı

- İki deney tüpüne 20'şer ml 0,05M demir(III)klorür çözeltisi koyun.
- Tüplerden birine birkaç damla seyreltik bakır sülfat çözeltisi ekleyin.
- Sonra her ikisine de 20 ml 0,1M tiyosülfat çözeltisi ekleyin.

Deneyin sonucu

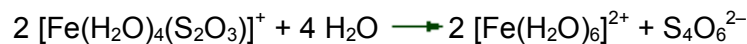
İlk önce her iki tüpteki çözeltinin renginin de kırmızı-violet olduğu görülmüştür. Sonra bakır sülfat eklenen tüpteki renk hızla kaybolurken, diğer tüpteki renk bir süre daha kalmıştır.

Demir(III)tuzlarının sulu çözeltileri tiyosülfat ile kırmızı-violet bir kompleks oluşturmuştur. Reaksiyonun denklemi aşağıdaki gibidir;



kırmızı-violet

Oluşan tiyosülfat-demir kompleksi dayanıksızdır ve geri parçalanmaktadır. Reaksiyon denklemi aşağıdaki gibidir;



kırmızı-violet

renksiz

Kırmızı-violet renkli kompleksin parçalanmasıyla çözeltinin rengi kaybolmuştur. Bakır sülfat katalizör olarak bu parçalanmayı hızlandırdığı için renk bakır sülfatın eklendiği tüpte daha çabuk kaybolmuştur.

Deney: Hidrojen peroksitin ayrışma reaksiyonunun civa iyonlarıyla inhibe edilmesi (engellenmesi)

İnhibitörler katalizörün aktivitesini inhibe eden (engelleyen) maddelerdir. Bunlara katalitik zehirler ya da negatif katalizör de denir. Kimyasal reaksiyonların hızını yavaşlatır yada durdururlar. Yapılan deneyde de inhibitörlerin reaksiyon hızına etkisi incelenmiştir.

Gerekli araçlar ve kimyasallar

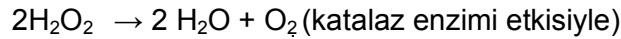
- Patates, beher
- %3 lük hidrojen peroksit (H_2O_2) çözeltisi, %1 lik civa (II)klorür ($HgCl_2$) çözeltisi

Deneyin yapılışı

- Patatesi soyup ikiye bölün.
- Parçalardan birini, içinde hidrojen peroksit bulunan beherin içine atın ve değişiklikleri gözlemleyin.
- Diğer parçayı birkaç dakika civa (II) klorür çözeltisi içinde bekletildikten sonra hidrojen peroksit çözeltisine atın ve değişiklikleri gözlemleyin.

Deneyin sonucu

Patatesin içinde hidrojen peroksiti parçalayan katalaz enzimi vardır. Bu nedenle ilk patates parçasının etrafında hidrojen peroksitin ayrışmasıyla açığa çıkan oksijen gazı nedeniyle kabarcıklar oluşmuştur. İkinci patates parçasında ise civa iyonu katalaz enzimini etkilemiş ve katalaz enziminin hidrojen peroksitin ayrışma reaksiyonunu katalizlemesi önlenmiştir. Bu nedenle oksijen gazı açığa çıkmamış ve kabarcıklar oluşmamıştır.



Civa iyonu gibi ağır metal iyonları vücudumuzdaki enzimlerin çalışmasını önleyerek hayati önemi olan bazı biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesini durdurmakta ve böylece canlılar için hayati tehlike oluşturmaktadır.

Problemle ilgili sorular ve cevapları

1. Aktivasyon enerjisi nedir ve reaksiyonların hızını nasıl etkilemektedir?

Her tepkimenin gerçekleşmesi için aşılması gereken bir enerji engeli vardır. Bu enerjiye, o tepkimenin “aktivasyon enerjisi” denilmektedir. Bir tepkimenin aktivasyon enerjisi ne kadar düşükse tepkime o kadar hızlı ilerlemektedir. Çünkü tepkimeye giren maddelerin kinetik enerjisi, enerji engelini aşabilecek yeterlilikte olmaktadır. Aktivasyon enerjisi yüksek olduğunda ise, ek olarak enerji sağlanmadığı sürece, tepkime yavaş ilerlemektedir.

2. Katalizör nedir? Katalizörlerin özellikleri neleridir?

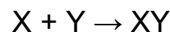
Kimyasal bir tepkimenin aktivasyon enerjisini azaltarak, hızını arttıran fakat tepkime

sırasında reaksiyona girmeyen (harcanmayan) maddelere katalizör denir. Katalizör, tepkime sonunda herhangi bir değişmeye uğramadan geri kazanılabilmektedir. Çoğu zaman katalizörün fiziksel yapısı değişse bile, kimyasal yapısında herhangi bir değişiklik olmamaktadır.

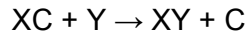
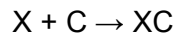
- Katalizörler tepkime hızını artıran maddelerdir.
- Katalizörler, tepkimenin izlediği yolu, mekanizmasını değiştirerek aktifleşme enerjisini düşürürler.
- Tepkime hız sabitinin (k) sayısal değerini değiştirirler.
- Tepkime entalpisini değiştirmezler.
- Tepkimenin yönünü ve verimini değiştirmezler.
- Katalizörler, bir tepkimenin denge konumunu bozmazlar.
- Katalizörler, bir tepkimenin potansiyel enerji değişim grafiğini değiştirirler.
- Tepkime denklemleri yazılırken katalizörler okun üzerinde gösterilirler. Tepkime birkaç adımda yürüyorsa (mekanizmalı ise) katalizör, bu basamaklardan birinde tepkimeye girmekte, bir başka basamakta ise değişmeden aynen çıkmaktadır.

2. Kataliz nedir? Kataliz türleri nelerdir?

Bir kimyasal reaksiyonun hızının, uygun bir kimyasal madde ile artırılmasıdır. Katalizlenmiş bir tepkime, katalizlenmemiş bir tepkimenin izlediğinden daha farklı bir yol veya mekanizma izleyerek meydana gelmektedir. Katalizlenmemiş bir tepkimenin, X ve Y molekülleri arasındaki çarpışmalar sonucunda gerçekleştiği kabul edilirse reaksiyon aşağıdaki şekilde ve tek basamakta gerçekleşmektedir.



Ortamda katalizör bulunan bir tepkimede ise reaksiyon iki basamakta gerçekleşmektedir.



Burada C katalizördür. Birinci basamakta reaksiyona giren katalizör, ikinci basamakta reaksiyona girdiği şekilde ortamda serbest kalmaktadır. Bu nedenle bir katalizör defalarca kullanılabilmektedir. Sonuç olarak;

- Katalizlenmiş yola ait net aktifleşme enerjisi, katalizlenmemiş yola ait net aktifleşme enerjisinden daha düşük olduğundan, katalizlenmiş tepkime daha hızlıdır.
- Katalizlenmiş tepkimenin entalpi değişimi ile katalizlenmemiş tepkimeye ilişkin entalpi değişimi aynıdır.

- Tersinir tepkimelerde, katalizörün ileri ve geri (ya da ters) tepkimeler üzerindeki etkisi aynıdır. Bu nedenle, ileriye doğru olan tepkimenin aktifleşme enerjisi ne kadar düşürüldüyse, geriye doğru olan tepkimenin de aktifleşme enerjisi o kadar düşürülmektedir.

Homojen Kataliz: Tepkimeye giren maddeler ile katalizör aynı faz içerisinde bulunabiliyorsa, bu tür katalizörlere homojen katalizörler denir. Bu tanıma göre, homojen bir katalizör, çözelti tepkimelerinde tepkime maddeleri ile karışabilen bir sıvı, gaz tepkimelerinde ise bir gaz olmalıdır.

Heterojen Kataliz: Heterojen katalizde katalizör ve tepkimeye giren maddeler farklı fazlarda bulunmaktadır. Bu tür işlemlerde, tepkimeye giren moleküller katalizör yüzeyinde absorplanmakta ve tepkime yüzeyde gerçekleşmektedir. Absorpsiyon, bir katı yüzeyinde moleküllerin tutulması işlemidir. Kimyasal absorpsiyonda moleküller yüzeyde kuvvetli bağlar ile tutulmaktadır. Heterojen kataliz, çoğunlukla kimyasal absorpsiyon ile oluşmaktadır. Yüzeyde bu tür bağlar oluştuğu zaman, kimyasal olarak absorplanmış moleküllerin elektronlarının düzenlenmesinde değişiklikler olmakta, moleküllerin bazı bağları gerilmekte yada zayıflamakta ve bazı durumlarda ise koparılmaktadır.

4. İnhibitör nedir? İnhibitör türleri nelerdir?

İnhibitörler katalizörün aktivitesini inhibe eden (engelleyen) maddelerdir. Bunlara katalitik zehirler ya da negatif katalizör de denir. Kimyasal reaksiyonların hızını yavaşlatır ya da durdururlar. Örneğin, kükürt dioksitten kükürt trioksidin elde edilmesinde kullanılan platin katalizörünün katalizleme gücü, çok az miktarda arsenik tarafından yok edilmektedir. Bu durumda, büyük olasılıkla platin yüzeyinde platin arsenür oluşmakta ve platinin katalitik aktivitesi ortadan kalkmaktadır.

Kompetitif inhibisyon: Bir kısım inhibitörler substratın enzime bağlandığı bölgeye bağlanmaktadır. Bu tip inhibitörlere kompetitif inhibitör, neden olduğu inhibisyona da kompetitif inhibisyon denilmektedir.

Eğer ortamda kompetitif inhibitör varsa enzimin bir kısmı EI (Enzim-Inhibitör) şeklinde bulunacak ve bu sebeple bu enzim molekülleri reaksiyona katılmayacaktır ve bir inhibisyon gözlenecektir. Bu tip inhibitörlere substratla rekabete girdiği için kompetitif inhibitör denir.

Nonkompetitif inhibisyon: Eğer inhibitör enzime aktif bölgenin dışındaki bir bölgeden bağlanarak inhibisyona neden oluyorsa bu tip inhibitörlere nonkompetitif inhibitör, neden oldukları inhibisyona da nonkompetitif inhibisyon denir. Bu tip inhibitörler genellikle enzimin üç boyutlu yapısında değişikliğe neden olarak inhibisyona neden olmaktadır.

Unkompetitif inhibisyon: Eğer bir inhibitör serbest enzimle değil de enzim-substrat kompleksine bağlanarak inhibisyona neden oluyorsa bu tip inhibitörlere unkompetitif

inhibitör, neden olduğu inhibisyona da unkompetetif inhibisyon denir.

5. Geriye dönme

Uygulama sonucunda kurulan hipoteze uygun sonuç elde edilip edilmediği kontrol edilmiş ve hipoteze uygun sonuç alındığı belirlenmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Senar TEMEL

Doğum Yeri :Espiye-GİRESUN

Doğum Yılı :1980

Medeni Hali :Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lisans ve Yüksek Lisans :1998–2004 Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı (Tezsiz Yüksek Lisans Programı ile birleştirilmiş Lisans Programı)

Yabancı Dil :Almanca ve İngilizce

İş Tecrübesi :2006-...Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,

Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Uzman