

T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI

ÜNİVERSİTE GENEL KİMYA LABORATUVARLARINDA  
ÖĞRENCİLERİN KAVRAMSAL DEĞİŞİMİ, BAŞARISI, TUTUMU  
VE ALGILAMALARI ÜZERİNE YAPILANDIRICI ÖĞRETİM  
YÖNTEMİNİN ETKİLERİ

708830

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Hazırlayan

Halil Tümay

T108830

Tez Danışmanı

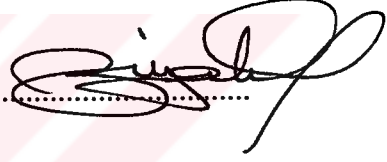
Prof. Dr. Fitnat Köseoğlu

Ankara-2001

Eğitim Bilimleri Estitüsü M¼d¼rl¼ę¼'ne

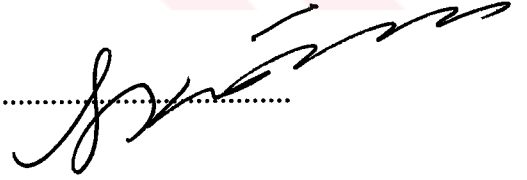
Halil T¼MAY'a ait "¼NİVERSİTE GENEL KİMYA LABORATUVARLARINDA ÖğRENCİLERİN KAVRAMSAL DEğİŞİMİ, BAŞARISI, TUTUMU VE ALGILAMALARI ÜZERİNE YAPILANDIRICI ÖğRETİM YÖNTEMİNİN ETKİLERİ" adlı çalışma j¼rimiz tarafından Kimya Eğitimi Bilim Dalında Y¼KSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BaŐkan: Prof. Dr. Ziya KILIŐ

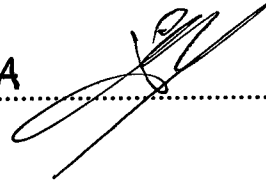


¼ye: Prof. Dr. Aitnat KÖSEÖğLU

(DanıŐman)



¼ye: Yrd. Doç. Dr. Mustafa SARIKAYA



## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince bana engin bilgi ve tecrübesiyle her konuda rehberlik eden, yapıcı eleştirileriyle her zaman destek olan ve çalışma azmi aşıl原因an danışmanım ve değerli hocam sayın Prof. Dr. Fitnat KÖSEOĞLU'na çok teşekkür ediyorum.

Manevi desteğini esirgemeyen ve önerileriyle çalışmalarına katkıda bulunan Arş. Gör. Nusret KAVAK'a çok teşekkür ediyorum. Çalışmalarımnda manevi destekleriyle daima yanımda olan Kimya Eğitimi A.B.D. araştırma görevlilerine ayrıca teşekkür ediyorum.

Bu çalışmaya katılan ve çalışma süresince uygulanan testlere samimiyetle cevap veren 2000-2001 öğretim yılı Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı I. sınıf öğrencilerine teşekkür ediyorum.

Manevi desteğiyle daima güç veren ve yaşama sevincini aşıl原因an kız arkadaşım Şule ÖZBİŞİRİCİ'ye çok teşekkür ediyorum.

Ayrıca, her zaman her konuda manevi desteklerini yanımda hissettiğim aileme, abim Mustafa TÜMAY'a ve Kazım TÜMAY'a ve özellikle annem Selvi TÜMAY'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

**ÖZET****ÜNİVERSİTE GENEL KİMYA LABORATUVARLARINDA  
ÖĞRENCİLERİN KAVRAMSAL DEĞİŞİMİ, BAŞARISI, TUTUMU VE  
ALGILAMALARI ÜZERİNE YAPILANDIRICI ÖĞRETİM YÖNTEMİNİN  
ETKİLERİ****(Yüksek lisans tezi)****Halil TÜMAY****GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
Haziran 2001**

Bu çalışmanın amacı, genel kimya laboratuvarında üniversite öğrencilerinin başarıları, kavramsal değişimleri, fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumları ve de bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları üzerine geleneksel doğrulama metoduna kıyasla yapılandırıcı (constructivist) eğitim metodunun etkisini test etmektir.

Bu çalışmanın nihai amacı ise öğrenciler arasında başarıyı artırmak, kavramsal değişimi kolaylaştırmak, pozitif bir tutum geliştirmek ve yapılandırıcı düşünmeyi teşvik etmek için hangi eğitimsel metodun kullanılabileceğini belirlemektir.

Bu çalışmanın örneklemini Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim gören ve Genel Kimya Laboratuvarı-I dersini alan 40 üniversite birinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Çalışma 2000-2001 öğretim yılının bahar döneminde yapılmıştır.

Çalışmada öntest-sontest kontrol grubu dizaynı kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini deneysel grup ve kontrol grubu olmak üzere rasgele iki gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna geleneksel doğrulama metoduyla, deneysel gruba ise yapılandırıcı metotla eğitim verilmiştir. Deney ve kontrol grubunda sekiz laboratuvar aktivitesi yapılmıştır: 1) Buhar Basıncı, 2) Tuzların Çözünürlüğü, 3) Kimyasal Özellikler, Hidratlar, 4) Kimyasal Değişimler ve Enerji, 5) Asitler ve Bazlar, 6) Kimyasal Kinetik, 7) Kimyasal Denge ve 8) Yükseltgenme-İndirgenme Reaksiyonları.

Çalışmada gerekli olan veriler altı ölçüm aracı: 1) Kimya Bilgi Testi, 2) Mantıksal Düşünme Testi, 3) Laboratuvar Testi, 4) Kavram Testi, 5) Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum ve Algılama Testi ve 6) Laboratuvar Anketi kullanılarak toplanmıştır.

Bu çalışmanın hipotezlerini test etmek için t-testi, ANCOVA ve chi-square analizi kullanılmıştır. Analiz sonuçları, yapılandırıcı metotla eğitim gören öğrencilerin başarılarının ve kavramsal değişimlerinin geleneksel doğrulama metoduyla eğitim gören öğrencilerden daha yüksek olduğunu göstermiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumları ve bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin başarıları ve kavramsal değişimleri üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı; öğrencilerin ön kimya bilgilerinin kavramsal değişimlerine anlamlı bir katkısının olmadığı, buna karşın başarılarına anlamlı bir katkısının olduğu görülmüştür.

Bu çalışmanın bulguları ışığında genel kimya laboratuvarlarında öğrencilerin başarılarını artırmada ve kavramsal değişimi kolaylaştırmada yapılandırıcı metoda dayalı laboratuvar eğitiminin daha etkili olacağı sonucuna varılabilir.

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECTS OF A CONSTRUCTIVIST METHOD OF INSTRUCTION ON STUDENTS' CONCEPTUAL CHANGE, ACHIEVEMENT, ATTITUDE AND PERCEPTION IN THE GENERAL CHEMISTRY LABORATORIES**

**(M. Sc. Thesis)**

**Halil TÜMAY**

**GAZİ UNIVERSITY**

**INSTITUTE OF EDUCATION SCIENCES**

**June 2001**

The purpose of this study was to test the effect of a constructivist method of instruction compared to a conventional verification method on achievement, conceptual change, attitude toward science, chemistry and laboratory and perceptions of the science and ways of learning of science of university students in the general chemistry laboratory.

The ultimate goal of this study was to determine which instructional method could be utilized to maximize achievement, facilitate conceptual change, promote a positive attitude, and encourage constructivist thinking among students.

In this study the sample consisted of 40 freshman university students who were taking the General Chemistry Laboratory-I course at the Gazi University Gazi Education Faculty Department of Chemistry Education. The study was conducted during the 2000-2001 spring semester.

In this study, Pre-Post Test Control Group Design was used. The subjects of this study was divided into two groups (experimental and control) randomly. The control group were taught under a conventional verification method, while the experimental group were taught under a constructivist method. Eight laboratory activities were used in both groups. These activities were: 1) Vapor Pressure; 2) Solubility of Salts; 3) Chemical Properties, Hidrates; 4) Chemical Changes and Energy; 5) Acids and Bases; 6) Chemical Kinetics; 7) Chemical Equilibrium; and 8) Oxidation-Reduction Reactions.

The six measurement instruments employed in this study are: 1) Chemistry Knowledge Test; 2) Logical Thinking Test; 3) Laboratory Test; 4) Concept Test; 5) Attitude toward Science, Chemistry and Laboratory and Perception Test; and 6) Laboratory Survey.

t-test, ANCOVA and chi-square analysis were used for testing the hypotheses of the study. The results showed that students who were taught under a constructivist method scored significantly higher than the students who were taught under conventional verification method with respect to achievement and conceptual change. The results also indicated that attitude toward science, chemistry and laboratory and perceptions of the science and ways of learning of science of students in both groups weren't significantly different. In addition, it was seen that logical thinking ability of students didn't contribute significantly to achievement and conceptual change of students and that prior chemistry knowledge of students contributed significantly to achievement of students while didn't contribute significantly to conceptual change of students.

From the findings of this study, one can conclude that constructivist laboratory instruction will be more effective in enhancing achievement and facilitating conceptual change among students in the general chemistry laboratory.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALARIN LİSTESİ.....	ix
TABLoların LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI.....	1
2. İLGİLİ LİTERATÜRLERİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ.....	5
2.1. Teorik Çerçeve.....	12
2.1.1. Yapılandırıcı Öğrenme Teorisi.....	12
2.1.2. Bilişsel Gelişim Teorisi .....	13
2.1.3. Anlamli Öğrenme Teorisi.....	15
2.1.4. Araştırma Teorisi.....	17
2.1.5. Öğrenme Döngüsü.....	18
2.1.6. Kavramsal Değişim Teorisi.....	19
2.1.7. Sosyal Etkileşim.....	22
2.1.8. Gagne-Briggs Eğitim Teorisi.....	24
2.1.9. Araştırma Öğretimi Teorisi.....	26
2.1.10. Motivasyonel Dizayn Eğitim Modeli.....	27
2.2. Deneysel Çalışmaların Gözden Geçirilmesi.....	29
3. PROBLEMLER VE HİPOTEZLER.....	37
3.1. Problem Cümlesi.....	37
3.2 Alt Problemler.....	37



3.3. Hipotezler.....	38
4. ARAŞTIRMA DESENİ.....	40
4.1. Deneysel Desen.....	40
4.2. Çalışmanın Örnekleme.....	41
4.3. Değişkenler.....	41
4.3.1. Bağımlı Değişkenler.....	41
4.3.1.1. Başarı.....	41
4.3.1.2. Kavramsal Değişim.....	42
4.3.1.3. Tutum ve Algılama.....	42
4.3.2. Bağımsız Değişken.....	43
4.3.3. Kovaryatlar.....	43
4.4. Ölçüm Araçları.....	43
4.4.1. Kimya Bilgi Testi.....	43
4.4.2. Mantıksal Düşünme Testi.....	44
4.4.3. Laboratuvar Testi.....	45
4.4.4. Kavram Testi.....	45
4.4.5. Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum Testi.....	46
4.4.6. Laboratuvar Anketi.....	47
4.5. Yöntem.....	48
4.6. Verilerin Analizi.....	55
4.7. Varsayımlar ve Sınırlılıklar.....	55
4.7.1. Varsayımlar.....	55
4.7.2. Sınırlılıklar.....	56
5. SONUÇLAR VE ÇIKARIMLAR.....	57
5.1. Sonuçlar.....	57
5.2. Çıkarımlar.....	73

6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	75
6.1. Sonuçların Tartışılması.....	75
6.1.1. Başarı.....	75
6.1.2. Kavramsal Değişim.....	76
6.1.3. Tutum ve Algılama.....	77
6.2. Öneriler.....	78
KAYNAKÇA.....	79
EKLER.....	94
Ek-1 Kimya Bilgi Testi.....	95
Ek-2 Mantıksal Düşünme Testi.....	102
Ek-3 Laboratuvar Testi.....	110
Ek-4 Kavram Testi.....	117
Ek-5 Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum ve Algılama Testi.....	130
Ek-6 Laboratuvar Anketi.....	133
Ek-7 Yapılandırıcı Metoda Dayalı Laboratuvar Aktiviteleri Öğretmen Rehberi.....	136

## KISALTMALARIN LİSTESİ

$\Sigma X^2$ : Karelerin Toplamı

DG: Deneysel grup

KBT: Kimya Bilgi Testi

KG: Kontrol grubu

KT: Kavram Testi

LA: Laboratuvar Anketi

LT: Laboratuvar Testi

MDT: Mantıksal Düşünme Testi

N: Öğrenci Sayısı

SD: Serbestlik derecesi

SS: Standart sapma

TAT: Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum ve Algılama Testi

$\bar{X}$  : Ortalama Puan

$\overline{X^2}$  : Karelerin Ortalaması

## TABLULARIN LİSTESİ

Tablo-1: Çalışmada kullanılan araştırma dizaynı.....	42
Tablo-2: Ön Test Puanları ve t-Testi Sonuçları.....	57
Tablo-3: Son Laboratuvar Anketi Ortalama Puanlar.....	58
Tablo-4: Son Laboratuvar Anketi Chi-square Analizi Sonuçları.....	59
Tablo-5: Deneysel grup ve kontrol grubunun son Laboratuvar Testi puanları ile ilgili ANCOVA analizi sonuçları.....	62
Tablo-6: Laboratuvar Testi Puanları.....	62
Tablo-7: Deneysel grup ve kontrol grubunun son Kavram Testi puanları ile ilgili ANCOVA analizi sonuçları.....	63
Tablo-8: Kavram Testi Ortalama Puanları.....	63
Tablo-9: Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin kavramsal değişim frekanslarının karşılaştırılması.....	65
Tablo-10: TAT, Tutum Ölçeği t-Testi Sonuçları.....	67
Tablo-11: TAT Tutum Ölçeğindeki Maddelere Katılma Yüzdeleri.....	68
Tablo-12: TAT, Algılama Ölçeği t-Testi Sonuçları.....	69
Tablo-13: TAT Algılama Ölçeğindeki Maddelere Katılma Yüzdeleri.....	71
Tablo-14: Farklı Ön Kimya Bilgisi Düzeylerindeki Öğrencilerin Ortalama Son Laboratuvar Testi Puanları.....	72

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil-1: Gagne ve Briggs tarafından ortaya koyulan eğitimsel olaylar ve bunlara karşılık gelen laboratuvar uygulamaları.....52



## 1. GİRİŞ VE ÇALIŞMANIN AMACI

Bireye olayları araştırma, fikirleri inceleme, yararlı ve üretken sorular sorabilme, doğal ve teknolojik dünya ile ilgili mantıklı açıklamalar geliştirebilme ve bilimsel bilginin nasıl elde edildiğini açıklayabilme gibi hedef davranışları kazandırmayı amaçlayan fen eğitiminin önemli bir parçası olan laboratuvar eğitimi yıllar boyunca anlamlı değişimler geçirmiştir. Önceleri genel prensiplerin türetilmesine ek olarak öğretmen ve ders kitabından öğrenilen bilgiyi göstermek ve doğrulamak için öğrencilere somut deneyler yaptırmada kullanılan laboratuvarlar son yıllarda gösterim ve doğrulamanın yapıldığı bir yer olmasının yanı sıra bilim süreçlerini vurgulamak ve yüksek düzey zihinsel becerileri geliştirmek için kullanılmıştır (Fix ve Renner, 1979).

Laboratuvarda çalışan öğrencilerin yüksek düzey zihinsel becerilerinin gelişeceği ve bilimin sadece organize bir bilgi bütünü olmadığını aynı zamanda bir süreç, bir aktivite olduğunu fark edeceği varsayılmıştır.

Laboratuvar çalışmasının fen eğitimi açısından önemi ve sahip olduğu potansiyel laboratuvar çalışmasının amaçları incelendiğinde görülebilir. Shulman ve Tamir (1973) tarafından amaçları;

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

olarak özetlenen laboratuvar çalışmasının bu amaçlara ulaşabilmesi için öğrencilerin gözlem yapma, veri toplama, problemleri ve çözüm yollarını arama, deney planlama

ve yapma, verileri yorumlama, çıkarım ve genellemeler yapmasına olanak tanıyacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

Laboratuvar çalışmasının fen eğitiminin yararlı ve temel bir parçası olduğu savunulduğu halde, son yıllarda yapılan çalışmalarda laboratuvar eğitiminin amaçlarına ulaşamadığı, kavramsal değişim meydana getirme, anlamlı öğrenmeyi artırma ve pozitif tutumlar geliştirmede etkisiz olduğu ortaya konulmuştur. Geleneksel doğrulama tipi laboratuvar eğitiminin kullanıldığı ve öğrencilerin düşük düzey becerileri geliştirmeye odaklanan "yemek kitabı" laboratuvar aktivitelerinde teknisyen gibi çalıştığını ortaya koyan bu çalışmalarda laboratuvar eğitiminin etkisiz olması laboratuvarda kullanılan öğretim metodunun yetersiz olmasına dayandırılmıştır. Öğrencilere olması beklenen olayların anlatıldığı, adım-adım takip edilecek talimatların verildiği doğrulama tipi laboratuvar eğitiminde öğrenciler bilinen bir prensibi doğrulamakta bu nedenle de öğrenme gerçekleşmemektedir. Bu yaklaşım, laboratuvar çalışmasının amaçlarının aksine deneyimlerinden yola çıkarak kendi anlamalarını yapılandırmaları için öğrencilere çok az fırsat verir, kavramsal değişimi kolaylaştırmada, yaratıcı düşünmeyi artırmada, bilimin araştırmaya dayalı doğasını anlamayı desteklemede ve öğrencilerin motivasyon ve tutumlarını pozitif yönde geliştirmede etkisiz bir yaklaşımdır.

Öğrencilerin ilgisini uyandırmanın, yüksek düzey düşünme becerilerini geliştirmenin, işlem becerilerini kazanımlarını artırmanın, pratik becerilerini geliştirmenin bir yolu olarak bir çok öğretmen ve araştırmacının laboratuvar eğitimine verdiği önem düşünülürse, bu eğitsel amaçları desteklemek için yeni laboratuvar öğretimi metotlarını araştırmak veya mevcut laboratuvar öğretimi metotlarını bu amaçları destekleyecek şekilde değiştirmek önemlidir.

Öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırmaları ve anlamlı öğrenmenin meydana gelmesi için, laboratuvar aktiviteleri bilimsel kavramların öğrenilmesini artıran ve bilişsel gelişimi destekleyen 'planlı öğrenme deneyimleri' içermelidir.

Eğer uygun bir şekilde dizayn edilirse, laboratuvar aktiviteleri sonucunda öğrencilerin başarıları artırılabilir, anlayarak öğrenmeleri sağlanabilir, pozitif tutumları geliştirilebilir ve aynı zamanda öğrenciler bilim yaparak bilgiyi yapılandırma prosesine aktif olarak dahil edilebilirler. Laboratuvar çalışmasında öğrencilere deneyimleri üzerine düşünmeleri için zaman verilmeli ve problemlere çözüm bulmaları için hipotez kurlmaları, deney planlamaları, hipotezlerini test etmeleri, verilerin yorumlanmasında uyuşma sağlanıncaya kadar birbirlerine danışmaları ve kavramları farklı durumlara uygulamaları için fırsat verilmelidir. Her durumda, öğrencilerin kendi bilgi ve kavramlarını kullanarak ve onları genel bir fikre varıncaya kadar diğer öğrencilerle paylaşarak problemlere çözümler bulmaları sağlanmalıdır.

Böyle bir laboratuvar eğitiminin ancak yapılandırıcı öğretim yönteminin uygulanmasıyla gerçekleşeceği düşünülebilir. Bu nedenle doğrudan deneyim kazanarak öğrenmeleri için öğrencilere fırsatların verildiği, öğrencilerin ön kavramlarının açığa çıkarıldığı, tartışma ve etkileşimlerle öğrencilerin kavramlarına meydan okunduğu, öğrencilere kavramsal değişim sürecinde rehberliğin sağlandığı ve bilimsel kavramların yeni bir olguya uygulanması için öğrencilerin teşvik edildiği yapılandırıcı yaklaşıma dayalı laboratuvar eğitiminin öğrencilerin kavramsal değişim, başarı, tutum ve algılamalarına etkisinin araştırılması önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, genel kimya laboratuvarında üniversite birinci sınıf öğrencilerinin başarıları ve kavramsal değişimleri üzerine geleneksel doğrulama metoduna kıyasla yapılandırıcı (constructivist) eğitim metodunun etkisini test etmektir. Ayrıca geleneksel doğrulama metoduyla ve yapılandırıcı metotla verilen laboratuvar eğitimi sonucunda öğrencilerin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumlarındaki ve bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamalarındaki değişimler de araştırılacaktır.



Bu çalışmanın nihai amacı ise öğrenciler arasında başarıyı artırmak, kavramsal değişimi kolaylaştırmak, pozitif bir tutum geliştirmek ve yapılandırıcı dūřünmeyi teşvik etmek için hangi eğitimsel metodun kullanılabileceğini belirlemektir.



## 2. İLGİLİ LİTERATÜRLERİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Son yirmi yıldır birçok araştırma çalışması, laboratuvarında pratik çalışma metodunun etkisini diğer metotlarla (tümevarımsal gösterimler, grup tartışmaları, bilgisayar simülasyonları ve deneylerin filminden izlenmesi) karşılaştırmak için yürütülmüştür. Bu araştırma çalışmalarının pek çoğu başarı, tutum, eleştirel düşünme ve bilim süreçleri bilgisini geliştirmede eğitim metotları arasında anlamlı farklar olmadığını göstermiştir (Hofstein ve Lunetta, 1982).

Bates (1978), laboratuvar eğitiminin etkinliği ile ilgili araştırmalardan yaptığı derlemede laboratuvar eğitiminin öğrenme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen birçok araştırma çalışmasının sonuçlarını bildirmiştir. Yine laboratuvar eğitiminin etkilerinin diğer geleneksel eğitim formlarıyla karşılaştırıldığı çalışmalar, farklı yöntemleri kullanan öğrenciler arasında son eğitim başarısı açısından anlamlı farkların olmadığını göstermiştir. Bates'e göre bu çalışmaların büyük bir çoğunluğu yaratıcı düşünme, problem çözme, bilimsel düşünme ve bilişsel gelişim gibi diğer bilişsel alanlardaki gelişmeyi incelememiştir. Bates, literatür taraması sonucunda aşağıdaki sonuca ulaşmıştır: "Laboratuvarın öğrencileri için özel bir şeyler başardığına inanan öğretmenler bu sonuçların neler olabileceğini dikkatlice düşünmeli ve bunları ölçmenin yollarını bulmalıdır ... (Başka bir deyişle, öğretmenler kendilerine şu soruyu sormalıdır:) Laboratuvar, daha ucuz ve daha az zaman alan alternatiflerinin başaramadığı neyi başarabilir?"

Bates'e göre laboratuvar çalışmasının değeri pozitif öğrenci tutumlarını geliştirme ve yetenekleri farklı tüm öğrencilere bilimde başarılı olmak için fırsatlar sağlamadaki potansiyelinde görünmektedir.

Hegarty-Hazel (1986), laboratuvar çalışmasının etkinliği ile ilgili çalışmalardan yaptığı kapsamlı bir literatür derlemesinde, laboratuvar çalışmasının

teknik becerilerin kazanılmasında mükemmel bir ortam sağladığını ancak, laboratuvar öğretiminin gerçekleri ve kavramları öğretmekte çok etkili olmadığını, buna karşın laboratuvar öğretiminin soyut kavramları somutlaştırmanın ve kavram öğrenimini artırmanın bir yolu olarak kullanılmasına ilginin sürdüğünü, laboratuvar öğretiminin bilimsel araştırma prosesinin anlaşılması için kullanılmadığını, laboratuvar kitaplarının 'yemek kitabı' tarzında olduğunu ve öğretmenlerin daha çok laboratuvarın yönetimiyle ilgilendiğini ortaya koymuştur.

Son yıllarda yapılan çalışmalar da bu sonuçları desteklemektedir. Domin (1999) on ticari genel kimya laboratuvarı kitabının içeriğini analiz etmiş ve bunların çoğunluğunun öğrencilerin baskın olarak Bloom'un taksonomisinin üç düşük düzeyinde; sırasıyla bilgi, algılama ve uygulama; işlem yapmasını gerektirdiği sonucuna varmıştır. Domin, esas olarak hiçbir aktivitenin öğrencilerin üç yüksek biliş düzeyinin; analiz, sentez veya değerlendirme; herhangi birinde işlem yapmasını gerektirmediğini bildirmiştir.

Abraham ve arkadaşlarının (1997) yaklaşık 600 üniversite ve kolejde genel kimya kursunu düzenleyen kişilere uyguladıkları genel kimya laboratuvarları ile ilgili bir ankette, katılımcıların %91'i öğrencilerin genellikle laboratuvar kitabındaki prosedürleri adım-adım takip ettiğini, %68'i öğrencilerden kendi deneylerini dizayn etmelerinin çok nadir istendiğini veya hiç istenmediğini, %79'u nadiren öğrencilerin araştırılacak problemi belirlediğini veya bu fırsatın hiç verilmediğini bildirmiştir. Yazarlar, üniversite ve kolejlerdeki laboratuvarların büyük bir çoğunluğunda yemek kitabı yaklaşımı olarak ta bilinen geleneksel doğrulama metodunun kullanıldığını belirlemiştir.

Hounshell (1987) öğrencilerin genellikle gözlemler yapma, bu gözlemleri kaydetme, öğretmen veya diğer öğrencilerden yönerge almaya çalışma ve de laboratuvar teknik ve becerilerini kazanmayı içeren çeşitli aktivitelerle meşgul olduğunu gösteren çalışmaları bildirmiştir. Bu, lise öğrencilerinin laboratuvardaki zamanın %90'ında birbirleriyle, materyallerle etkileştiklerini veya laboratuvar

kitabına baktıklarını ve birbirleriyle etkileşirken bunu en çok aktivitenin prosedürlerini doğrulamak veya açıklığa kavuşturmak için yaptıklarını, öğrencilerin laboratuvarındaki zamanın sadece yaklaşık üçte birini veri toplama ve verilerin analizi için harcadıklarını bulan Lehman'ın (1990) çalışmasında da doğrulanmıştır.

Novak (1984), fen laboratuvarlarında öğrencilerin gözlem yapma ve gözlemlerini kaydetmeyle meşgul olduklarını ancak, gözledikleri olay veya nesnelere veyahut gözlemeye çalıştıkları düzenliliklere nadiren dikkat ettiklerini bildirmiştir. Novak'a göre, "...öğrenciler hangi kavram, prensip veya teorilerin gözlemlerine rehberlik ettiğini nadiren sorguladı. Çalışmalarının kavramsal-teorik yönüyle ilgilenmemelerinin bir sonucu; öğrencilerin laboratuvar çalışması ile ders veya ders kitabı arasında çok az ilişki görmeleri idi. ... Bunun sonucunda laboratuvar çalışması öğrenciler için nadiren anlamlıdır ve bu nedenle onların kavramsal anlamalarına anlamlı bir katkıda bulunmaz".

Hofstein'e (1988) göre, "Son yirmi beş yılın müfredat reformuna rağmen, öğrenciler halen yaygın olarak düşük düzey becerilerini geliştirmeye odaklanan "yemek kitabı" laboratuvar aktivitelerinde teknisyenler gibi çalışmaktadır. Öğrencilere deneysel hataları tartışmaları için, hipotez kurmaları ve test etmeleri için veya bir deneyi dizayn etmeleri ve sonra gerçekten yapmaları için çok az fırsat verilmiştir (Lunetta ve Tamir, 1979)".

En yaygın olan, yine de en fazla eleştirilen laboratuvar eğitimi metodu geleneksel doğrulama metodudur (Domin, 1999). Geleneksel doğrulama laboratuvarlarında öğretmen araştırılacak konuyu belirler, araştırmayı önceki çalışmayla ilişkilendirir, ve öğrencilerin eylemlerini yönlendirir. Öğrenciler, öğretmenin talimatlarını tekrarlar veya bir laboratuvar kitabından yönergeleri okurlar (Tamir, 1977). Öğrencilerin takip edeceği prosedür çok ayrıntılı bir şekilde ifade edilir, böylece öğrenciler hem kendilerinin hem de öğretmenin zaten bildiği önceden belli sonucu deneyimleyebilirler. Elde edilen sonuçlar, genellikle sadece beklenen sonuçla karşılaştırmak için kullanılır. Böyle bir yaklaşımın ana amacı deneyin

sunulduğu gibi işlediğini doğrulamaktır. Pickering'in (1987) vurguladığı gibi, geleneksel doğrulama metodunun kullanıldığı laboratuvarlarda "...öğrencilerden zaten bildikleri bir şeyleri doğrulamaları bekleniyor ve sonunda sonucun gerçekten ne olduğu değil ne olması gerektiği soruluyor."

Geleneksel doğrulama laboratuvarı öğretmenin minimum ilgisiyle, düşük bir fiyatla, iki ila üç saatlik bir sürede çok sayıda öğrencinin aktiviteleri aynı zamanda yapılması için dizayn edilmiştir. Kaynakları (özellikle zaman, yer, ekipman ve personel) minimize etme gereksinimiyle yavaş yavaş bu günkü formuna gelmiştir (Lagowski, 1990).

Geleneksel doğrulama metodunun baskın özelliği, veri toplamak için belli prosedürleri takip etmeyi vurgulayan 'yemek kitabı' (cookbook) doğasıdır. Bu yaklaşımda, araştırmanın planlanmasına veya sonuçların yorumlanmasına hiç dikkat edilmez. Bu eğitim tarzı düşünmeyi çok az vurguladığı (Raths, Wassermann, Jonas, Rothstein, 1986), etkisiz bir kavramsal değişim aracı olduğu (Gunstone, Champagne, 1990) ve bilimsel araştırmayı betimlemede gerçekçi olmadığı için (Merritt, Schneider, Darlington, 1993) eleştirilmiştir. Tobin'in (1987) tanımlaması bu bulguları özetlemektedir: "Öğretmenler laboratuvar aktivitelerinin değerini anlamış gibi görünseler de planlanan öğrenme tipini kolaylaştıracak şekilde onu yorumlamadılar...Çoğu durumda laboratuvar araştırması sergileyici bir dersteğiyle ilişkili olan bir şeyleri doğrulamak için kullanıldı. Genellikle öğrencilerin önceden belirlenmiş bir sonuca ulaşmak için bir yemek tarifesi takip etmeleri istendi. Bu durumda laboratuvarın zihinsel istemi düşük olacaktır."

Sergileyici laboratuvar aktivitelerinin analizi, bu laboratuvarlarda aslında hiç anlamlı öğrenme olmadığını göstermiştir (Hofstein, Lunetta, 1982; Tobin, Gallagher, 1987). Hofstein ve Lunetta (1982), yine de laboratuvar aktivitelerinin araştırmayı, bilişsel gelişimi, problem çözme becerilerini ve manipülatif becerileri geliştirerek fen kavramlarının oluşumunu besleyecek potansiyele sahip olduğunu iddia etmiştir.

Geleneksel laboratuvar eğitiminin tüm potansiyeline ulaşamamasının bazı nedenlerinin olduğu ileri sürülmüştür. Stewart'a (1988) göre geleneksel laboratuvar eğitiminde öğrenciler deneyi planlama ve organize etme hakkında düşünmek için harcadıklarından daha fazla zamanı doğru sonuçları elde edip etmediklerini belirlemek için harcamaktadırlar. Öğrenciler düşük düzey becerileri geliştirmeye odaklanan 'yemek kitabı' laboratuvar aktivitelerinde teknisyenler gibi çalışmaktadırlar. Bu yaklaşımda öğrencilere laboratuvarda uygulanan bilimsel prensipler hakkında gerçekten düşünmeleri için yeterli zaman verilmez. Yani, öğrencilere bilgiyi derinlemesine işlemeleri için gerekli zaman verilmez. Öğrenciler bilgiyi derinlemesine işleyerek yeni deneyimleri ön bilgileriyle bütünleştirebilir, laboratuvar aktivitesinin amacını belirleyebilir ve aktivitenin kendileriyle ilişkisini kavrayabilirler. Bütün bunlar anlamlı öğrenmenin karakteristikleridir (Novak, Gowin, 1984). Şu anki formatında geleneksel laboratuvar aktiviteleri ezber öğrenme, algoritmik problem çözme gibi düşük düzey zihinsel becerilerin gelişmesi için dizayn edilmektedir. Bu yaklaşım, deneyimlerinden yola çıkarak kendi anlamalarını yapılandırmaları için öğrencilere çok az fırsat verir ve son derece yapılandırılmış bir yaklaşımdır.

Hofstein, laboratuvar aktivitelerini “öğrencilerin olguyu gözlemlemek için materyallerle etkileştikleri planlı öğrenme deneyimleri” olarak tanımlamıştır. Bu deneyimlerin, bilişsel kazanımları artırmak için, en iyi şekilde nasıl dizayn edilmesi gerektiği araştırılmalıdır.

Doğrulama metoduna alternatif metotlar kullanılarak öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırmaları ve anlamlı öğrenmenin meydana gelmesi sağlanabilir. Bunun için, laboratuvar aktivitesi bilimsel kavramların öğrenilmesini artıran ve bilişsel gelişimi destekleyen 'planlı öğrenme deneyimleri' içermelidir. Ayrıca, deneyimleri üzerine düşünmeleri için öğrencilere zaman verilmeli ve problemlere çözüm bulmaları için deney planlamaları, verilerin yorumlanmasında uyuşma sağlanıncaya kadar birbirlerine danışmaları ve kavramları farklı durumlara uygulamaları için fırsatlar sunulmalıdır. Bu aktivite esnasında, öğretmen doğrudan

bilgi vermekten çok görüşme ile öğrenmeyi kolaylaştırmaya çalışır (Bodner,1986). Bu, öğrencilerin memnuniyet duygusu geliştirmelerini sağlayabilir, problem çözme becerilerini artırabilir ve bilimi ve bilimsel metodu daha iyi anlamalarını sağlayabilir. Böyle bir dizayn bilişsel ve etkili öğrenmeyi destekleyecektir (Bodner,1986) ve öğrencilerin yüksek düzey düşünme ve bilimsel işlem becerilerini kullanmalarını gerektirir. Laboratuvar eğitiminde öğrencilerin bilişsel, kişisel, sosyal ve davranışsal niteliklerini geliştirecek bir model tercih edilmelidir.

Laboratuvar, öğrencilerin bilimle ilgili doğrudan deneyim kazanabilecekleri, problemlerle karşılaştıkları, hipotez kurma ve test etmeyle problem çözümlerini tartışma fırsatlarına sahip olabilecekleri ve bilimin araştırmaya dayalı doğasını anlayabilecekleri bir yerdir. Öğrenciler veri toplayıp analiz edebilirler ve problemlere kısmi veya tam çözümler bulabilirler. Doğru çözüme ulaşamayıp alternatif çözüm yollarını araştırmak zorunda da kalabilirler. Her durumda, öğrencilere kendi bilgi ve kavramlarını kullanarak ve onları genel bir fikre varıncaya kadar diğer öğrencilerle paylaşarak problemlere çözümler bulmaları için fırsat verilmelidir. Bu yaklaşım öğrencileri yapılandırıcı (constructivist) bir öğrenme modeline yerleştirir. Yapılandırıcı öğrenme modeline göre öğrencilere doğrudan deneyim kazanarak öğrenmeleri için fırsat ve de düşünceleri, öğrendiklerini anlamlandırmaları için zaman verilmelidir (Tobin, 1990). Tobin'e göre laboratuvar aktiviteleri öğrencilerin anlayarak öğrenmesini sağlayabilir ve aynı zamanda öğrencileri bilim yaparak bilgiyi yapılandırma prosesine dahil edebilir ve laboratuvar aktiviteleri esnasında öğretmenin en önemli rolü rehberlik yaparak öğrenmeyi kolaylaştırmaktır.

Yapılandırıcı öğrenme teorisi bilginin bir kişiden diğerine transfer edilemeyeceğini, bilginin çevreyle etkileşim yoluyla öğrenci tarafından aktif bir şekilde yapılandırılması gerektiğini ifade eder (Bodner, 1986). Böyle bir ifade çevrenin doğasının öğrencinin karakteristikleri kadar önemli olduğunu ve çevreyi değiştirmenin farklı öğrenme sonuçlarına yol açabileceğini ima eder. Çevre, öğrenme prosesi esnasında öğrenciyle etkileşim içinde olan dış etkiler olarak tanımlanabilir.

Shulman ve Tamir (1973) laboratuvar çalışmasının amaçlarını başlıca beş alanda özetlemiştir:

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

Bu amaçlara ulaşmak için, laboratuvar hem bilginin sunulduğu ve alındığı hem de bilginin yapılandırıldığı bir yer olmalıdır. Bilginin sunulması; bilgiyi düzenlemede, sunmada, göstermede ve açıklamada kullanılan içerik ve eğitim materyallerini vurgular. Öğretmen öğrenciyi motive etmek, pekiştirmek ve değerlendirmek için iyi düzenlenmiş bir müfredat ve strateji geliştirir (Fosnot, 1988). Bilgi yapılandırma, içeriği ve bilgi oluşturma araçlarını vurgular. Bilginin yapılandırılmasında; aktif katılımı, delil toplamayı, öğrencilerin etkileşimini, fikir alış verişinde bulunmayı, eleştirel düşünmeyi, tartışmayı ve kanaate varmayı gerektiren strateji ve taktikler kullanılır. Hedef, öğrencilerin bilimsel kavramları ve prensipleri keşfetmesini kolaylaştırmaktır.

Laboratuvar çalışması öğrenciler için anlamlı olmalı, öğrencilerin bilimi kavramsal olarak anlamalarına katkıda bulunmalı, öğrencilerin bilgi ve kavramlarını artırmalı ve bunları kullanmaya istek uyandırmalıdır. Ayrıca öğrencilerin motivasyon düzeyini de artırmalıdır. İlaveten, öğrenciler diğer problem çözme alanlarında kullanılabilen bilimsel araştırma becerilerini geliştirebilmeli, bir bilim adamının nasıl olacağını hissedebilmeli ve bilimsel bilginin düzenli olmasının önemini kavrayabilmelidir (Anderson, 1976).

Laboratuvar programının iki amacı, zihinsel becerilerin ve pozitif tutumların gelişmesine yardım etmek olduğundan, bir bütün olarak eğitim metodu ve tek tek her laboratuvar aktivitesi bu gelişimi destekleyen öğrenme ve eğitim dizaynı teorilerine dayanmalıdır. Bu amaçla, aşağıda bu gelişimi destekleyen ve yapılandırıcı öğrenme



teorisiyle uyum içinde olan öğrenme ve eğitim dizaynı teorileri sunulmuş ve laboratuvarında kullanılacak yapılandırıcı bir öğretim metodu için bu teorilerden açığa çıkarılan prensipler ortaya konulmuştur. Ayrıca yapılandırıcı bir laboratuvar öğretimi metodu için bu öğrenme ve eğitim dizaynı teorilerinden çıkarılan öğelerin etkinliği hakkındaki deneysel çalışmalar gözden geçirilmiştir.

## **2.1. Teorik Çerçeve**

### **2.1.1. Yapılandırıcı Öğrenme Teorisi**

Yapılandırıcılık, insanların nasıl öğrendiğine ilişkin bir bilgi teorisidir. Yapılandırıcılığın kökleri, bilimsel bilginin deneyimlerimiz sonucunda aktif bir şekilde yapılandırıldığını söyleyen Kant'a kadar uzanır (Hawkins, 1995). Yapılandırıcı öğrenme teorisinin temel bir teması, öğrenmenin öğrencilerin ön bilgi ve deneyimlerine dayanarak yeni bilgiyi yapılandırdıkları aktif bir proses olduğudur. Yapılandırıcı öğrenme teorisine göre, bilgi öğrencinin zihninde aktif bir şekilde yapılandırılır (Bodner,1986), davranışçı yaklaşımın savunduğu gibi öğretmenin zihninden öğrencinin zihnine hiç değişikliğe uğramadan aktarılamaz.

Radikal konstruktivizm ve sosyal konstruktivizm olmak üzere yapılandırıcı öğrenme teorisinin iki ana kolu vardır. Radikal konstruktivizmin başta gelen savunucularından olan von Glasersfeld (1995) kavramayı ve bilgiyi gelişimi, doğası, fonksiyonu ve amacı açısından açıklayan bazı prensipleri ileri sürmüştür. İlk olarak, bilgi aktif olarak düşünen bir insan tarafından oluşturulmaktadır, pasif bir şekilde elde edilemez. İkinci olarak, öğrenciler arasındaki sosyal etkileşim bilginin oluşturulmasında ana unsurdur. Üçüncü olarak, kavrama karakteri itibariyle fonksiyonel ve uyumludur. Kavrama ve kavrama sonucunda oluşan bilgi biyolojik

bağlamda uyum sağlar. Evrim teorisinin temelindeki iki kavram: uyum ve yaşama kabiliyeti bilginin de karakterini açıklar. Dördüncü olarak, kişi açısından kavramanın amacı kişinin tecrübelerine dayanan dünyasını organize etmektir.

Sosyal konstruktivizm ise dil yoluyla kavramayı inceler. Driver (1983, 1996) bu konunun önde gelen savunucularındandır. Sosyal konstruktivistlere göre, bilgi sosyal alış-verişin birçok yoluyla yaratılır ve kabul görür. Sosyal yaşamdaki karşılıklı bağımlılık dildeki anlamı kazanmamızda önemli bir etkidir. Dil, bir topluluğu oluşturan bireyler arasındaki ilişkinin devamlılığı açısından çok önemli bir role sahiptir. Dil insanların iletişim kurma aracıdır ve iki kişi iletişim kurarken her ikisi de kullanılan dilin anlamını kavramak zorundadır.

Yapılandırıcı öğrenme teorisinin ortaya koyduğu prensipler şöyle özetlenebilir; öğrenciler öğrenme ortamına eşsiz ön bilgi ve inançlarla gelirler ve öğrenme, öğrenme ortamına olduğu kadar öğrencilerin ön bilgilerine de bağlıdır. Bilgi eşsiz bir şekilde ve bireysel olarak çok çeşitli şekillerde yapılandırılır ve bilgi yapılandırma prosesi öğrencilerin ön bilgilerinden büyük ölçüde etkilenir. Öğrenme, öğrencinin öğrenme prosesine katılımını gerektiren aktif ve sürekli bir prosestir. Öğrenme gelişimseldir. İnsanlar dünyayı anlamlandırmaya çalışırken yapılandırdıkları yeni bilgileri değerlendirirler ve yeni bilgileri özümleyebilir, düzenleyebilir veya reddedebilirler (Bodner,1986; Driver ve Bell,1986; von Glasersfeld, 1995).

### 2.1.2. Bilişsel Gelişim Teorisi

Piaget tarafından geliştirilen bilişsel gelişim teorisinde kavram oluşumu sürecini etkileyen dört değişkenin olduğunu ileri sürülmüştür. Bunlar; fiziksel deneyim, sosyal etkileşim, fiziksel olgunluk ve dengelemedir. Fiziksel deneyim; materyal, nesne ve düşünceleri kullanmayı, bunlarla etkileşimi ifade eder. Sosyal etkileşim, bir düşünceyi tartışırken bireyler arasında meydana gelen diyalogdur.

Üçüncü değişken fiziksel olgunluk, merkezi sinir sisteminin biyolojik gelişimi ile ilgilidir. Fiziksel olgunluğun zamanı kişiden kişiye değişir ve bu olgunluk kişinin soyut kavramları anlamasını etkiler. Piaget ve diğer bilişsel teoristlere göre bu zihinsel büyüme dört aşamadan oluşur (Gallagher ve Reid, 1981). Bu aşamalar: (1) duyuşsal-motor dönem, (2) işlem öncesi dönemi, (3) somut işlem dönemi ve (4) formal işlem dönemidir. İlk üç gelişim aşamasındaki kişiler soyut düşünemezler, bir kişi ancak somut işlemler döneminden formal işlemler dönemine geçtiğinde soyut olarak düşünmeye başlar. Bu kademeli bir süreçtir ve geçişteki bir kişi bazı durumlarda soyut muhakeme yapabiliyorken bazı durumlarda yapamayabilir. Piaget ayrıca, yaşın fiziksel olgunluğu etkileyen tek faktör olmadığını ileri sürmüştür. O, soyut düşünme yeteneğinin gelişmesi için kişilerin uygun fiziksel deneyimler ve sözel etkileşimleri yaşaması gerektiğine inanmıştır. Gerekli fiziksel deneyimleri ve sözel etkileşimleri yaşamayan bir kişi soyut muhakeme yeteneğini kullanamayabilir. Bu kişinin belirli soyut kavramları anlayabilmesi için akranları ve öğretmeniyle tartışmaların teşvik edildiği somut öğretim metotları kullanılmalıdır.

Kavram oluşturma sürecinin dördüncü değişkeni dengeleme, Piaget tarafından kavramları oluşturma ile ilgili aktif bir zihinsel proses olarak tanımlanmıştır (Gallagher ve Reid, 1981). Bu süreçte zihinsel aktivite, kişi ve onun fiziksel deneyimleri ve sosyal etkileşimleri arasındaki karşılıklı etkileşimler tarafından etkilenir. Genellikle, bir kişinin zihinsel yapısındaki düşünceler birbirleriyle uyum içindedir. Bu durumda kişinin zihni dengededir. Kişi yeni bir bilgiyle karşılaştığında yeni bilgi kişinin zihinsel yapısındaki düşüncelerle uyuyorsa zihinsel yapıya özümelenir (asimilation). Ancak, yeni bilgi kişinin kavramsal çerçevesiyle uyumuyorsa kişi zihinsel bir uyumsuzluk veya dengesizlik yaşar. Bu durumda, kişi ya zihinsel yapısı ile yeni bilgi arasındaki çelişkiyi önemsemez ve yeni bilgiyi reddeder ya da çelişkiyi gidermek için zihinsel yapısını değiştirir. İşte bu, mevcut kavramların yeniden yapılandırılması veya değiştirilmesiyle zihinsel yapıdaki dengenin yeniden kurulmasına düzenleme (accomodation) denir. Özümleme ve düzenleme sayesinde öğrenci çevreden alınan verilere uyum sağlar. Öğrenci daha sonra yeni zihinsel yapıları veya yeni

değiştirilmiş zihinsel yapıları önceki zihinsel yapılarıyla birlikte organize etmelidir. Piaget, öğrenmeyi denge-dengesizlik-yeniden dengeleme süreci olarak görmüştür, bu süreç sonunda öğrencinin zihinsel yapıları gelişir.

Ausubel ve Robinson (1972), öğrenme sürecinin iki ögesi olduğunu ileri sürmüştür. Birisi öğrenciye bilginin sunulması ve diğeri öğrencinin yeni bilgiyi mevcut zihinsel yapıya yerleştirmesidir. Eğitim, öğrencilerin hafızadaki kavramların içeriğini ve ilişkisini temsil eden zihinsel yapılarının gelişimini kolaylaştırmak için dizayn edilmelidir.

### 2.1.3. Anlamli Öğrenme Teorisi

Ausubel tarafından geliştirilen anlamli öğrenme teorisinde sınıf ortamında bilginin kazanılması, akılda tutulması ve uygulanmasında kavramların rolü vurgulanmıştır (Ausubel, 1968; Ausubel, Novak ve Hanesian, 1978). Anlamli öğrenme teorisine göre anlamli öğrenmenin olabilmesi için bireye sunulan yeni bilgi bireyin bilgi yapısında önceden mevcut olan kavramlarla ilişkilendirilmelidir. Ausubel ayrıca bilginin öğrencilere mümkün olduğu kadar organize bir şekilde sunulması gerektiğine inanmış ve eğitimin önemli bir amacının konu bilgisinin organize yapısının hakimi olma olduğunu ileri sürmüştür (Collette, 1973).

Novak ve Gowin (1984:4) kavramları “bazı etiketlerle adlandırılan olaylar veya nesnelereki düzenlilikler” olarak tanımlamıştır. Ausubel bireyin zihinsel yapısında önceden mevcut olan kavramları kapsamlı veya kapsayıcı kavramlar olarak adlandırmıştır. Ausubel'e göre anlamli öğrenmenin olabilmesi için eğitim, yeni kavramların mevcut bilginin bazı yönlerini nasıl temsil ettiğini göstermelidir. Ezberle öğrenmede uygun veya kapsayıcı kavramlar bireyin zihinsel yapısında bulunmaz. Bu durumda, yeni kavramlar zihinsel yapıda keyfi olarak saklanır fakat önceki

kavramlarla ilişkilendirilmez. Bu ilişkisiz kavramların koleksiyonu anlamada fark edilebilecek herhangi bir artışa neden olmaz.

Ayrıca, Ausubel'e göre anlamlı bir kavram zihinsel yapıda daha kapsamlı bir fikir veya kavram altında toplandığında özümleme (asimilasyon) meydana gelir. Bir düşünce veya kavramın genişletilmesi, ayrıntılarına girilmesi veya nitelendirilmesi buna bir örnektir (Moreira, 1977). Yeni kavram mevcut bir kavramla ilişkili olduğunda ve mevcut kavramla etkileştiğinde daha kapsamlı bir anlam ortaya çıkabilir. Sonuçta, yeni düşünce ve onunla ilişkili önceki düşünce birbirini etkileyerek değişir ve birbiriyle ilişkili iki düşünce oluşur ki bu, biraz değişmiş bir kapsayıcı kavram olarak meydana çıkar. Özümleme (asimilasyon) ve yerleşme prosesi anlamlı olarak öğrenilmiş düşüncelerin daha fazla akılda tutulmasına yol açar (Moreira, 1977).

Anlamlı öğrenme meydana geldiğinde, kapsayıcı kavramlar geliştirilir, ayrıntılarına girilir ve ilave etkileşimlerle farklıdırılır. Bu nedenle, kavram gelişimi kapsamlı kavramlar gitgide artan bir şekilde detaylar ve özgünlük açısından farklılaştırıldığında ilerleyebilir (Novak, 1977). Ausubel ayrıca konu sunumunun önermeler şeklinde kavramlar arasındaki ilişkileri ortaya çıkarması, benzerliklere ve farklılara dikkat çekmesi ve tutarsızlıkları ortaya çıkarmasının gerektiğini ileri sürmüştür.

Bir laboratuvar öğretimi metodu için anlamlı öğrenme teorisinden açığa çıkarılan öge; metodun kavramların iç bütünleşmesini içermesi gerektiğidir. Kavramlar, diğer kavramlarla ilişkileri ve bağlantıları kullanılarak kendi anlamlarından türetilmelidir. Anlamlı öğrenme, yeni bilgi öğrencinin önceden sahip olduğu ilgili kavramlara bilinçli olarak bağlandığında meydana gelebilir. Öğrenciler kavramları kazanmalı, bütün kavramların kapsamlı olmadığını fark etmeli, kavramları önem hiyerarşisine göre nasıl sıralayacağını öğrenmeli ve sonra bu zihinsel çerçeveyi karar vermek, problemleri çözmek ve yeni kavramları kazanmak için kullanmalıdır. Eğitimin kavramların nasıl bütünleştirildiğini (entegre edildiğini)

ve farklılaştırıldığını göstermesi önemlidir. İlaveten, öğretmenler geniş açıklama gücü, kapsamı ve bağlantısı olan kavramları ve prensipleri kullanmalıdır. Bu, konunun daha iyi düzenlenmesine ve bütünleşmesine yol açar (Cullen, 1983).

#### 2.1.4. Araştırma Teorisi

Araştırma teorisini ortaya koyan Bruner (1966), eğitimin amacının çıkarım yapma, tahmin etme, değişkenleri kontrol etme ve hipotez kurma becerilerini gerektiren bilgi yapılandırma proseslerinde bireylere gelişme fırsatı sağlamak olduğunu ileri sürmüş ve bilginin en iyi buluş yoluyla öğrenme sayesinde kazanılacağını savunmuştur.

Bilginin, az veya çok, son formunda sunulduğu ve kavramların öğrencilere tanımlandığı kabul yoluyla öğrenmenin aksine araştırma veya buluş yoluyla öğrenmede öğrenci dış dünyayla etkileşiminde karşılaştığı nesnelerin, olayların ve bulguların düzeninden yararlanarak ilgili bilgiyi ve düzenlilikleri özümsemelidir. Bruner'e göre, problem çözmeye yardımcı olabilecek bilginin kazanımı, organizasyonu ve kullanımı ancak buluş yoluyla öğrenmede gerçekleşmektedir. Buluş yoluyla öğrenmede öğrenciler materyaller ile etkileşerek modelleri ve kuralları keşfeder ve bu sayede problemlere yaklaşabilmek ve çözüm önerebilmek için bir güven duyarlar. Ayrıca, Bruner buluş yoluyla öğrenmenin dıştan gelen motivasyondan içten gelen motivasyona bir kaymaya yol açacağına inanmıştır. Öğrenci dıştan gelen tepkilerden çok kendi faaliyetlerinin neticesi olan başarıya ve başarısızlığa dikkat etmeye başlar. Kontrol öğretmenden öğrenciye kaydırılır ve dıştan gelen motivasyon kaynaklarının önemi azalır.

### 2.1.5. Öğrenme Döngüsü

Fix ve Renner (1979) bir teori temeli olarak Piaget'in bilişsel gelişim teorisini kullanarak, laboratuvar eğitimi için öğrencilerin mantıksal bir sistem içinde kendi deneylerini koordine etmelerine izin veren bir soruşturma yaklaşımı planlamıştır. Öğrenme döngüsü olarak bilinen bu yaklaşım; araştırma, kavramı bulma ve kavramı genişletme olmak üzere üç aşamadan oluşmuştur.

Öğrenme döngüsü yaklaşımı Karplus'un (1977) çalışmasından geliştirilmiştir. Öğrenme döngüsü yaklaşımında öğrenciler materyalleri ve öğretmenin verdiği temel yönergeleri kullanarak öğrenilecek kavramları araştırarak veri toplarlar. Sonra öğrenciler, öğretmenin rehberliğinde, araştırmanın sonucu olan fikir, veri ve gözlemleri birleştirirler. Öğrenciler, veri sentezleriyle veriye özgü kavramı tanımlamak için, öğretmenle çalışma imkanı bulurlar. Kavramı keşfederler. Sonra öğrenciler yeni yaratılan kavramı birkaç farklı yolla kullanırlar. İlave laboratuvar aktiviteleriyle meşgul olabilirler, problemleri çözebilirler, soruları cevaplayabilirler, bireysel araştırmalarını sürdürebilirler veya kavramın kullanımlarını ve ileri tanımlamalarını okuyabilirler. Aktivitenin keşif aşamasında kavramı anlamalarını geliştirirler. Böyle bir soruşturma yaklaşımı öğrencileri eleştirel düşünmeye teşvik eder ve onların bilimin uygulama temelli doğasını anlamalarına yardım eder.

Bir laboratuvar öğretimi metodu için araştırma teorisi ve öğrenme döngüsü yaklaşımından çıkarılan öge, metodun rehberli soruşturma olaylarını içermesi gerektiğidir. Odak, içerikle kendi kendilerine etkileşen öğrencilerin aktivitelerindedir (Fix ve Renner, 1979). "Bu alandaki eğitim daima öğrencilere bilim proseslerini kullandırır, böylece onlar gerçek bilim adamlarının nasıl düşündüğünü ve çalıştığını öğrenebilirler" (McCormack ve Yager, 1989:47). Öğrenciler gözlem yapma ve tanımlamaya, sınıflandırma ve düzenlemeye, ölçme ve kaydetmeye, iletişim kurmaya, tahmin etme ve çıkarım yapmaya, önemli olduğunu düşündükleri değişkenleri belirleme ve kontrol etmeye ve veri yorumlamaya dahil edilirler

(McCormack ve Yager, 1989). Böylelikle, öğrenciler laboratuvar problemine sahip olmanın anlamını geliştirebilirler ve ne yaptıklarını daha kişisel bir şekilde belirlerler. Öğretmen rehberli soruşturma için materyalleri temin etmeli ve durumları saptamalıdır. Ayrıca, öğretmen öğrencilerle etkileşerek onların çalıştıkları kavram hakkında ne öğrendiklerini öğrenmelidir.

### 2.1.6. Kavramsal Değişim Teorisi

Öğrencilerin biyolojik ve fiziksel olguları anlaması üzerine yapılan araştırmalar, öğrencilerin eğitimden önce ve sonra çok çeşitli düşüncelere sahip olduklarını ve bu düşüncelerin geleneksel eğitim sonucunda değişmeye dirençli olduğunu göstermiştir (Hewson ve Hewson, 1988). Hewson ve Hewson (1988:604) bu durum için yapılandırıcı bir bakış açısından şunu söylemiştir: "İnsanlar bilen, aktif, amaçlı, uyum sağlayıcı, kendinin farkında olan varlıklardır. Mevcut bilgilerini kullanarak kendi bilgilerini yapılandırır. Süreçte ... nispeten kararlı inanç modelleri geliştirirler ... kendilerine mantıklı ve faydalı gelen bilgiyi yapılandırır ... (bilgi) diğer insanlarla iletişim yoluyla etkilenir, böylece her bir bireyin yapılandığı bilgi tamamen kişisel ve özel olmak zorunda değildir."

Yapılandırıcı bir yaklaşıma dayandırılarak Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982) tarafından geliştirilen kavramsal değişim teorisi öğrenme sürecinde önceden varolan bilgilere yeni bilgilerin eklenmesinin ötesinde kişinin kavramlarının değişmesinin gerektiğini savunmaktadır. Öğrenme, etkileşimin doğasına bağlı olan sonuçla yeni ve mevcut kavramlar arasındaki etkileşimdir. Onlara (1982:214) göre, öğrenciler yeni bir kavramın "anlaşılır [ne anlama geldiğini bilme], kabul edilebilir [doğru olduğuna inanma] ve faydalı [kullanışlı bulma]" olup olmadığını belirlemek için mevcut bilgilerini kullanırlar. Yeni kavram üç özelliği de taşıyorsa zorluk çekilmeden öğrenilir. Tersine yeni kavram mevcut kavramlarla çelişiyorsa, öğrenci



mevcut kavramlarla uyuşturuncaya kadar yeni kavram kabul edilebilir ve anlamlı olamaz (Hewson ve Hewson, 1988). Bu nedenle fen derslerinin içeriği "[öğrencilere] anlaşılır, kabul edilebilir ve mantıklı" gelen teori ve prensiplere ulaşılacak şekilde olmalıdır (Posner ve arkadaşları, 1982:225).

Anderson ve Smith'e (1987) göre etkin fen öğretimi kavramsal değişimin eleştirel öğrenme meselesine odaklanır. En azından, fen öğretimi olgunlaşmamış kavramların veya düşünme alışkanlıklarının üstesinden gelmede ve onları bilimsel kavram ve prensiplerle değiştirmede öğrencilere yardım etmelidir. Şayet öğretmenler bu asgari hedefi başaramazlarsa yanlış kavrama ve ezberleme kaçınılmaz olur. Laboratuvar aktivitelerinde kavramsal değişimi meydana getirmek için, öğrencilere çalıştıkları bilimsel kavramlarla gerçek-dünya olgularını ilişkilendirmeleri için fırsatlar verilmelidir. Bu amaçla; 1- öğrencinin sahip olduğu kavramlar açığa çıkarılmalı ve teşhis edilmeli; 2- öğrenci kavramlarına tartışma ve etkileşimle meydan okunmalı; 3- öğrencinin yorumlama problemleri teşhis edilmeli ve düzeltilmeli ve 4- öğrenci, bilimsel kavramı yeni bir olguya uygulamak için, teşvik edilmelidir (Anderson ve Smith, 1987).

Laboratuvar öğretimi metodu için kavramsal değişim teorisinden geliştirilen iki öge vardır. Birincisi, metod kavramsal değişim için rehberlik sağlamalıdır. Bunu yapmanın bir yolu öğrencilere, ön bilgi ve ön kavramlarını kullanarak açıklamalarının istendiği, farklı veya şaşırtıcı bir olay sunmaktır. Takip eden laboratuvar aktivitelerinde öğrenciler soruşturma sonucunda ortaya çıkan yeni kavramların anlaşılabilirliğinin, kabul edilebilirliğinin ve faydalılığının farkına varabilirler ve ön kavramlarını bu yeni kavramlarla değiştirebilir veya biraz değişikliğe uğratabilirler.

Öğretmenin öğrencilerin yeni kavramları özümleme girişimlerinden problemler çıkararak onlarla uğraşan bir rakip rolü oynaması esastır. Öğretmen ayrıca, teori ve deneysel verilere ilişkin inançların tutarlılığı ile ilgili bir bilimsel düşünme modeli sergilemelidir. Öğrencilerin delil ve teorileri eleştirmeleri

laboratuvardaki kendi deneyimlerine dayanmalıdır ve öğrencilere hipotezlerini test etmeleri ve bu testlerin sonuçlarına dayanarak kavramlarını değiştirmeleri için fırsat verilmelidir.

Kavramsal değişim modelinden açığa çıkan ikinci öge, laboratuvarda kullanılacak eğitim metodunun dış kavram bütünleşmesi ile içeriğin bağlantısını göstermesi gerektiğidir. Yani, yeni kavramlar sınıfta sunulmuş olan kavramlarla ve öğrencilerin okul dışında karşılaştıkları olgularla ilişkilendirilmelidir. McCormack ve Yager (1989) bundan “öğrencilerin okulda öğretilen düşüncelerin okul dışındaki deneyimlerine uygulanabilirliğini anlamaları için bir çaba” olarak söz etmiştir. Öğrenciler günlük deneyimlerinde bilimsel kavramların örneklerini görebilir, öğrenilen kavram ve becerileri gerçek teknolojik problemlere uygulayabilir, günlük yaşamda ortaya çıkan problemleri çözmeye bilimsel prosesleri kullanabilir, bilimsel gelişmelerle ilgili medya haberlerini anlayabilir ve değerlendirebilir, bilimsel kavramlara ilişkin bilgiye dayanarak kişisel sağlık, beslenme ve hayat tarzlarına ilişkin kararlar verebilir ve bilimi diğer konularla bütünleştirebilirler (McCormack ve Yager, 1989).

Ayrıca, farklı laboratuvar aktiviteleri ve aktivitelerle öğrencilerin laboratuvar dışında karşılaştıkları olgular arasındaki bağlantıları göstermek için belirgin bir teşebbüs olmalıdır. Laboratuvardaki yeni kavramların “genişletilme, yeni araştırma alanları açma potansiyeli olmalıdır” (Posner ve arkadaşları, 1982:214). Öğretmen günlük yaşamdan problemler sunmalı, laboratuvar aktiviteleri esnasında veya sonra üstesinden gelmeleri için öğrencileri problemlerle karşı karşıya bırakmalıdır. Öğrencilerin laboratuvarda çalışılan kavramların önemini değerlendirmesi ve bu kavramların gerçek durumlarla ilişkisini belirlemesi önemlidir.

### 2.1.7. Sosyal Etkileşim

Laboratuvar eğitiminin temel amaçlarından birisi de öğrencilerin bilimi ve nasıl bilim yapılacağını öğrenmesidir (Champagne ve Hornig, 1987). Bunların her ikisi de öğrenci katılımı açısından laboratuvar deneylerinin düzenlenmesi dikkate alınrsa artırılabilir. Öğrenciler laboratuvar aktivitelerine farklı şekillerde katılabilirler: 1- gösterici olan öğretmenin gözlemcisi olarak; 2- öğretmenin rehberliğinde gösterimlere katılımcı olarak; 3- aktif bireysel katılımcı olarak ve 4- aktif grup katılımcısı olarak (Anderson, 1976). Bunlardan ilk ikisi öğrencileri kendi araştırmalarını yapmaya hazırlamada, öğrencilere araçların kullanımını göstermede veya öğrencilerin ayrıntılı bir prosedürü takip etmesini sağlamada kullanılabilir. Bununla birlikte, bireysel olarak veya bir grup içinde aktif katılım, öğrencileri laboratuvar deneylerine doğrudan katar. Anderson'a (1976:92) göre "öğrencilerin zihinsel durumları başarılı bir şekilde açıklığa kavuşturma yeteneklerine güvenlerini beslemek için bireysel öğrenci katılımı yeterince sık kullanılmalıdır ... Grup katılımı öğrencilerin sosyal bir bağlamda problem çözme becerilerini geliştirmelerine fırsat sağlama avantajına sahiptir. Bu yalnız bilimsel becerilerin kazanımını değil aynı zamanda etkin olarak sosyal grup etkileşimi ile ilgili becerilerin kazanımını da kapsar."

Johnson ve Johnson (1986) öğrencilerin birlikte çalışmalarını destekleyen önemli bulgular bildirmiştir:

1. Yapıcı tartışmanın kooperatif bir grup için önemli olduğu ve öğrenmeyi artırdığı görülmüştür.
2. Materyaller hakkında akranlarıyla konuşan öğrencilerin sadece materyali okuma ve dinlemeye kıyasla materyali daha etkin bir şekilde öğrendiğine dair gittikçe artan deliller vardır.
3. Bilginin akılda tutulmasının ortak çalışma ortamında artırıldığı ve kooperatif ilişkiler içinde çalışan öğrencilerin nasıl cevap vereceklerine dair stratejiyi daha iyi bildikleri ortaya konulmuştur.

Bunlardan çıkarılan öge, laboratuvar eğitimi metodunun öğrenciler arasında sosyal etkileşimi desteklemesi gerektiğidir. Sosyal etkileşimi gerektiren ödevler öğrenmeyi teşvik edecek ve öğrencilerin, eylemlerin diğer kişileri dikkate alarak yapılması gerektiğini anlamalarını sağlayacaktır. Öğrencilerin araştırmaya katılması, bir problemle karşı karşıya kalmalarını sağlayarak teşvik edilir. Öğrencilerin tek tek ve bir grup olarak probleme odaklanmasıyla probleme bir çözüm bulmak araştırmanın amacı olur. Öğretmenin, grupların problemi açıkça belirtmelerini ve önerdikleri çözümleri uygulamalarını sağlamada, aktif bir rol oynaması esastır. Kooperatif olarak çalışan öğrenciler, grubun amacını belirlemeli ve her bir üyenin gruptaki rolünü tespit etmelidirler.

Özetlenirse, yapılandırıcı yaklaşımla uyum içinde olan öğrenme teorileri incelendiğinde laboratuvarında kullanılacak yapılandırıcı bir öğretim metodunun en az beş ögeyi içermesi gerektiği söylenebilir. Bu ögeler aşağıda listelenmiştir:

- 1- Kavramların iç bütünleşmesi;
- 2- Rehberli soruşturma;
- 3- Kavramsal değişimi desteklemek ve kolaylaştırmak için rehberlik;
- 4- Kavramların dış bütünleşmesi;
- 5- Birlikte çalışmayı ve tartışmayı desteklemek için sosyal etkileşim.

Şimdiye kadar bahsedilen öğrenme teorileri öğrenmenin nasıl gerçekleştiğine ve öğrencilerin iç öğrenme proseslerine odaklanmıştır. Bu öğrenme teorilerinden açığa çıkarılan beş ögenin iç öğrenme proseslerini maksimize edeceği ileri sürülebilir. Ancak, öğrenme prosesinde öğrencilerin çevreleriyle veya başka bir deyişle dış şartlarla etkileşimleri göz ardı edilemez. Bu nedenle, iç öğrenme prosesini destekleyen dış şartların da belirlenmesi gerekmektedir. Bu konuda, eğitimsel dizayn teorilerinden yararlanılabilir.

Reigeluth'a (1983) göre eğitimsel dizayn, istenen çeşitli sonuçları hangi eğitim metotlarının başarabileceği konusunda bilgi üretme ile ilgilidir. Eğitimsel

dizayn teorisi “eğitimsel olguları açıklamak ve tahmin etmek için sistematik olarak birleştirilen bir prensipler setidir” (Reigeluth, 1983:21). Eğitim teorileri tanımlayıcı veya tavsiye verici olabilir. Tanımlayıcı eğitim teorileri “sadece tek bir strateji bileşeninin etkilerini tanımlamak yerine...bir bütün olarak eğitim modelinin etkilerini belirler. (Tavsiye verici eğitim teorileri ise) bir model veya model setinin ne zaman kullanılması gerektiği konusunda tavsiye verir. Tavsiye verici bir teori istenen bir sonuç ve durum için kullanılması gereken eğitim modelinin ne olduğunu belirler” (Reigeluth, 1987:2).

Öğrenme teorilerinden açığa çıkarılan beş öge için bir çerçeve olarak kullanılacak birkaç eğitimsel dizayn teori veya modeli bulunmaktadır. Bu teori ve modeller; Gagne-Briggs tavsiye verici eğitim modeli (Aranson ve Briggs, 1983), Collins-Stevens araştırma öğretimi teorisi (Collins ve Stevens,1983) ve Keller motivasyon-dizayn eğitim modelidir (Keller, 1983).

#### **2.1.8. Gagne-Briggs Eğitim Teorisi**

Gagne-Briggs eğitim teorisi birkaç öğrenme tipi için eğitim taktik ve stratejilerini tavsiye etmektedir. Gagne (1985), öğrenmenin bir birey bir şeyler yapmak için özel bir yetenek kazandığında olacağını düşünür. Öğrenilen farklı yetenekler kendilerini farklı sonuçlar olarak göstereceklerdir ve her birinin olması için farklı iç ve dış şartlar gereklidir. İç şartlar sonraki öğrenmeye temel veya destekleyici olan önceki yeteneklerdir. Dış şartlar iç şartları canlandıran ve destekleyen eğitimsel olaylardır. Gagne ve Briggs (1979) iç öğrenme eylemi için dış desteği sağlayan dokuz eğitimsel olayı belirlemiştir.

Öncelikle öğretmen öğrencilerin ilgisini çekmelidir (Olay1). Bu, öğrencilerin ilgisini çeken veya merak uyandıran bir olgu veya konuyla başarılabilir. Eğer konu

güncelse, öğrenci daha ilgili olacaktır. Sonra öğretmen, öğrencilere aktivitenin amaçları hakkında, ya doğrudan söyleyerek ya da öğrencilerin onları çözülecek problemler olarak formüle etmesini sağlayarak, bilgi verir (Olay2). Bu amaçlar veya problemler aktivitenin başından sonuna kadar akılda tutulur ve sık sık öğrencilere hatırlatılır. Öğretmen ayrıca, önkoşul öğrenmenin hatırlanmasını teşvik eder (Olay3) ve öğrencilerden mevcut bilgilerini yeni bilgiyle ilişkilendirmelerini ister. Bu motivasyonu artırır çünkü öğrenciler yaptıklarıyla ilişkili olan bilgiye zaten sahip olduklarını fark ederler. Öğretmen daha sonra öğrencilerin ilgisini sözlü veya yazılı iletişimi kullanarak olaylara yöneltir (Olay4). Öğrenciler önkoşul bilgilerini orijinal bir problemi çözmede de kullanabilirler. Tartışma, sosyal etkileşim ve de araştırma öğrenme için rehberlik sağlar (Olay5). Öğretmen, öğrenmenin gözlenebilmesi için, aktivite esnasında bazen öğrencilerin performansını açığa çıkarabilir (Olay6). Öğretmen performansın her meydana gelişini takiben düzeltici geri dönüt verir (Olay7). Bu, yapıcı değerlendirmedir ve öğrencilerin aktivitelerini sürdürmelerini ve aktivitenin amaç ve hedeflerine ulaşmadaki ilerlemelerini fark etmelerini sağlar. Bazı noktalarda öğretmen, ya her aktivitenin sonunda ya da bir programın sonunda, amaçların başarıyla başarılmadığını belirlemek için toplamsal ölçümleri kullanarak performansı değerlendirir (Olay8). Bu, öğrencilere ne öğrendiklerini gösterme fırsatı sağlar. Sonunda, öğretmen aralıklı tekrarlar yaparak veya önceden öğrenilen materyalin kullanılmasını gerektiren orijinal ödevler vererek bilginin akılda tutulmasını destekler (Olay9).

Gagne-Briggs modeli yapılandırıcı öğretim metodunun dizaynı için bir çerçeve olarak kullanılabilir. Gagne ve Briggs tarafından önerilen eğitimsel olaylar şunlardır: 1- Bir problem, alışılmadık bir olay ve/veya zihinsel çatışma ile karşılaşma; 2- Olguları açıklamaya çalışırken önceki bilgiyi kullanma; 3- Problemi ortaya koyma ve problemi çözme stratejilerini tartışma; 4- Problem ile ilgili verileri toplama, inceleme ve analiz etme; 5- Kavramları yapılandırma; 6- Kavramları yeni bir probleme uygulama; ve 7- Tartışmalar, küçük sınavlar ve raporlar aracılığıyla zihinsel kazancı değerlendirme.

### 2.1.9. Araştırma Öğretimi Teorisi

Gagne-Briggs modeli öğretmeni öğrenme için rehberlik sağlamaya yönelir. Bunun amacı, öğrencinin amaca göre belirlenen özel yetenekleri kazanmasına yardım etmektir (Aranson ve Briggs, 1983). Laboratuvarda bu rehberliği sağlamanın en iyi yolu nedir? Collins (1987) bir araştırma metodu eğitimi kullanan çeşitli öğretmenler tarafından kullanılan stratejilerin analizine dayanan araştırma öğretimi teorisini bildirmiştir. Collins'e (1987) göre araştırma metodunu kullanan öğretmenlerin iki amacı vardır: (1) özel bir konu alanının derin bir anlamasını öğretmek ve (2) öğrencilere, kendi teorilerini yapılandırmada, bilim adamı gibi davranmayı öğretmek.

Collins (1987), bu amaçlara ulaşmak için araştırma metodunu kullanan öğretmenler tarafından kullanılan genel stratejileri belirlemiştir. Bunlardan bazıları, özellikle öğrenme için rehberlik sağlamada ve laboratuvar eğitimi boyunca rehberli soruşturmayı desteklemede yararlıdır. Öğretmenler öğrencilerin, doğal olarak olması zor olan veya öğrencilerin olgunlaşmamış kavramlarına dayanan, durumlar hakkında muhakeme yapmaları için varsayımsal durumlar üretebilirler. Öğretmenler ayrıca öğrencilere olguların gözlemlenmesine dayanan hipotezler kurdurabilirler. Bu durumda, öğrencilerden değişkenleri kullanarak tahminler yapmaları istenir. Son olarak, bir hipotez kurulur kurulmaz, öğretmen öğrencilerden hipotezi test etmek için uygun bir prosedür dizayn etmelerini isteyebilir. Öğrenciler verileri topladıktan ve analiz ettikten sonra belki alternatif hipotezler üzerinde düşünmeleri gerekebileceğini görebilirler. Öğretmen, kendilerinininkinden farklı bir tahminin doğru olup olmayacağını düşünmeleri için öğrencileri teşvik eder. Bu stratejiler grup tartışmasında veya öğrenciler kooperatif bir şekilde çalışıyorlarken kullanılabilir. Eğer uygun zamanlarda kullanılırlarsa, bu stratejiler motivasyon düzeyini yükseltebilir ve eğitim için odak ve yön sağlayabilir.

### 2.1.10. Motivasyonel-Dizayn Eğitim Modeli

Gagne-Briggs eğitim modelinde öğretmen öğrenme için rehberlik sağlamalı, performansı ortaya çıkarmalı ve öğretici geri dönüt vermelidir. Bunu başarmak için öğrenciler bu olaylara olumlu tepki verecek şekilde yeteri kadar motive edilmelidir. Üniversite öğrencilerinin zamanlarını kimya laboratuvarlarında verimli bir şekilde harcamaları için nasıl motive edilebilecekleri belirlenmelidir. Howe'a (1984:10) göre "öğrenci motivasyonu üzerinde çalışan birçok araştırmacı çalışmasını, öğrenciler gayretlerini önem verdikleri hedeflere ulaşmaya yöneltecektir, varsayımına dayandırdı. Bu nedenle, öğrenciler başarıya önem verirlerse, onu kazanmak için çalışacaklardır".

Keller (1979, 1983) ilginç, anlamlı ve uygun düzeyde meydan okuyucu bir eğitim oluşturacağı varsayılan dört motivasyonel öğeyi belirleyen bir motivasyonel-dizayn eğitim modelini ortaya koymuştur. Bu dört öğe; ilgi (veya merak), alâka, güven (veya beklenti) ve tatmindir. Keller'e (1983:395) göre, "(ilgi) öğrencinin merakının uyandırılıp uyandırılmadığına ve bu uyandırılan merakın zaman içinde uygun bir şekilde sürdürülüp sürdürülmediğine gönderme yapar. Alâka öğrencinin eğitimle ilgili olarak ihtiyaç duyulan kişisel tatmini algılamasına veya çok fazla istenen bir amacın eğitim aktivitesiyle ilgili olarak algılanıp algılanmadığına gönderme yapar. (Güven) algılanan başarı olasılığına ve de başarı öğrencinin kontrolü altındadır (öğrenciye bağlıdır) boyutuna gönderme yapar... Tatmin dıştan gelen ödüllerin ve iç motivasyonun kombinasyonuna ve bunların öğrencilerin sezinlemeleriyle uyuşup uyuşmadığına gönderme yapar."

Keller (1983) öğrencilerin motivasyonunu artırabilecek bazı stratejiler önermiştir. Meraklı bir kişi çevresindeki yeni, garip, tuhaf veya esrarengiz şeylere olumlu bir şekilde tepki gösteren kimsedir. Öğrenciler arasında merakı artırmak için bazı stratejiler önerilmiştir: 1- Orijinal, tuhaf ve paradoksal olayları kullan; 2- Öğrencilere zaten bildikleri şeyler hakkında daha fazla öğrenmeleri için fırsat



sağla; 3- Garip olanı bilindik yapmak için benzetmeleri kullan; 4- Öğrencileri soru üretme ve araştırma/soruşturma prosesine yönlendir (Keller, 1983).

Alâka, bir işin temel bir ihtiyacı, bir güdüyü veya bir değeri tatmin edip edemeyeceğinin algılanmasına bağlıdır. Öğrencilerin başarı çabasını artırmak için, sınırlı risk şartları altında üstünlük standartlarını kazanmaları için öğrencilere fırsatlar sağlanmalıdır (Keller, 1983).

Öğrencilerin güveni, 1- Onların başarı beklentilerini artırarak; 2- Başarı için gereken şeyleri göstererek; 3- Kontrolü bireylere kaydırarak (örn; kişisel bilgi yapılandırma) ve 4- Başarıyı kişisel çabaya bağlayan fırsatlar sağlayarak artırılabilir (Keller, 1983).

Öğrencilerin tatmini, 1- Özünde olan tatmini sürdürmek için beklenmedik ödülleri kullanarak; 2- Sözlü övgü ve yapıcı geri dönüt kullanarak; 3- Cevabı takiben motive edici geri dönüt kullanarak ve 4- Derhal verildiğinde yararlı olacak olan düzeltici geri dönüt sağlayarak artırılabilir (Keller, 1983).

Öğrencinin konuya ilgisini uyandırmak ve sürdürmek için bu motivasyonel stratejiler önemlidir. Öğretmen eğitimin dizaynında ve eğitimin verilmesinde bunlardan mümkün olduğu kadar çoğunu kullanmak için çaba göstermelidir.

Özet olarak, laboratuvar programının amacı öğrencilerin zihinsel becerilerinin gelişimine yardım etmek ve laboratuvar çalışmasına karşı pozitif tutumlar geliştirmektir. Bunları başarabilmek için, iç öğrenme prosesleri ve bunları destekleyebilecek ve kolaylaştırabilecek dış olaylar dikkate alınmalıdır. Hem anlamlı öğrenme, araştırma, öğrenme döngüsü ve kavramsal değişim teorileri hem de eğitimsel dizayn teori ve modelleri kimya laboratuvarında kullanılacak etkili bir yapılandırıcı (constructivist) öğretim metodunun en az beş öğeyi içermesi gerektiğini ortaya koymaktadır; 1- Kavramların iç bütünleşmesi; 2- Rehberli soruşturma;

3- Kavramsal değişimi desteklemek ve kolaylaştırmak için rehberlik; 4- Kavramların dış bütünüleşmesi ve 5- Birlikte çalışmayı ve tartışmayı desteklemek için sosyal etkileşim.

## 2.2. Deneysel Çalışmaların Gözden Geçirilmesi

Eğitim için iç kavramsal bütünüleşmenin yararları ve bunun kavram haritalama tekniklerinin kullanılmasıyla başarılması üzerine bazı çalışmalar yapılmıştır (örn; Arnaudin, Mintzes, Dunn ve Shafer, 1984; Bodolus, 1986; Champagne, Klopfer, Desena ve Squires, 1981; Feldsine, 1987; Gurley, 1982; Lehman, Carter ve Kahle, 1985; Rogan, 1988; Moreira, 1977; Novak, Gowin ve Johansen, 1983; Prankraties, 1987).

Bununla birlikte, kavram haritalama tekniğinin başarı üzerine etkisi tutarlı değildir. Örneğin, Moreira (1977) (kavram haritalamayı içeren bir Ausubel yaklaşımıyla eğitim gören) deneysel fizik sınıfları ve (düz anlatım yaklaşımıyla eğitim gören) kontrol sınıfları arasındaki farkları değerlendirmek için çok yönlü ölçümler kullanmıştır. Ausubel yaklaşımıyla eğitim gören öğrencilerin fizik kavramları arasında daha yüksek bir derecede ilişkilendirme ve farklılaştırma gösterdikleri sonucuna varılmıştır. Bir çalışmada Feldsine (1987) diğer eğitim metotlarına bir ilave olarak kavram haritalama tekniklerini kullanan dört öğrenciyle yaptığı durum çalışmasında çok yönlü ölçümler kullanmıştır. Kavram haritalarının zihinsel yapıyı değerlendirmek ve kimya kavramlarını anlamayı artırmak için etkili bir araç olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer yönden, Bodolus (1986) anlamlı öğrenmeyi kolaylaştırmak için bir strateji olarak kavram haritalamanın kullanılmasını incelemek amacıyla bir öntest/sontest deneysel dizaynı kullanmıştır. Kavram haritalama tekniğinin etkisi grupların başarı ortalamaları karşılaştırılarak

değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, kavram haritalama tekniğini kullanan grup ile kavram haritalama tekniğini kullanmayan grup arasında başarı yönünden anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Ayrıca diğer çalışmalar kavram haritalama tekniğinin etkisinin geniş bir aralıkta değiştiğini ortaya koymuştur. Gurley (1982) biyoloji sınıflarında lise 2. sınıf öğrencilerinin başarı ve tutumları üzerine kavram haritalamanın etkisini araştırmıştır. Haritalamayı kullanan grubun haritalamayı kullanmayan gruba kıyasla teori ve metot arasındaki ilişkileri daha sık anladığı bulunmuştur. Novak ve arkadaşları (1983) fen sınıflarındaki ortaokul öğrencilerinin başarıları ve problem çözme becerileri üzerine kavram haritalama tekniğinin etkisini araştırmıştır. Haritalama becerilerini öğrenen ve uygulayan öğrencilerin haritalama tekniklerini kullanmayan öğrencilere kıyasla problem çözümede daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur. Lehman ve arkadaşları (1985) biyoloji sınıflarındaki lise öğrencilerinin başarıları ve problem çözme becerileri üzerine kavram haritalama tekniğinin etkisini araştırmış ancak, kavram haritalama tekniğini kullanan grup ile kullanmayan grup arasında bir fark bulunamamıştır. Prankraties (1987) fizik sınıflarındaki lise son sınıf öğrencilerinin başarıları ve problem çözme becerileri üzerine kavram haritalama tekniğinin etkisini araştırmış ve dersten önce, ders esnasında ve dersten sonra kavram haritalarının kullanılmasının daha fazla başarıya yol açtığını bildirmiştir.

Ayrıca, kavramsal bütünleşmenin anlamlı öğrenme üzerine etkisi de araştırılmıştır. Broathen ve Hewson (1988) özel bir üniversite genel kimya programına kayıtlı küçük bir öğrenci grubuyla çalışmış ve öğrencilerin bilgilerinde nitel değişimler olduğunu ve bu değişimlerin öğrencinin öğrenme yaklaşımı ve ön bilgileri ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Olarewaju (1987) hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan öğrenme ödevlerinin öğrencilerin biyoloji başarıları üzerindeki göreceli etkilerini araştırmıştır. Sonuçlar, hiyerarşik olarak düzenlenen ödevlerin öğrencilerin performansına anlamlı katkıda bulunduğunu göstermiştir. Cullen (1983), üniversite öğrencileriyle, yeniden kavramsal yapılandırmaya yol açabilen, temel bir kavramın diğer kavramlarla nasıl ilişkili olduğunu göstermek için pasif girişimlerin

kullanılmasını incelemiştir. Bu çalışmada Ausubel'in teorisini takip ederek, kapsayıcı (subsuming) kavram eğitimin başlarında tanıtılmış ve dönem boyunca gittikçe farklılaştırılıp diğer kavramlarla ilişkilendirilmiştir. Kontrol grubunda ise kavramları ilişkilendirmek için özel bir girişimde bulunulmamıştır. Cullen, kavramsal bütünleşme ve farklılaştırmanın, kavramsal bağlantıların daha geniş bir ağına kazanmada öğrencilere yardım edebileceğini ve öğrencilerin orijinal problemleri çözmede daha başarılı olduklarını göstermiştir. Son olarak, Roth (1990) kavram haritasının, Vee-diyagramının, akış kartlarının ve verimli sorgulamanın kullanılmasını takiben ortaokul öğrencilerinden nitel veriler toplamıştır. Roth, bu metotları kullanan tamamen laboratuvara dayalı kurs sonuçlarının olumlu olduğunu bildirmiştir. Öğrencilerin ifadeleri daha açık bir şekilde düşünmeyi öğrendikleri, daha etkin okumayı öğrendikleri ve konu hakkında daha fazla bilgi kazandıkları bildirilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin laboratuvar çalışması yapmak için daha istekli oldukları görülmüştür.

Laboratuvarda rehberli soruşturma metotlarının kullanılması ve bunun öğrenme üzerindeki etkisine ilişkin olarak ta bir çok çalışma yapılmıştır. Bazı çalışmalar rehberli soruşturma yaklaşımının, Posner ve arkadaşlarının (1982) bilişsel gelişim için önemli olduğunu gösterdiği, kavramsal değişime yol açtığını göstermiştir. Buna karşın, rehberli soruşturma yaklaşımlarıyla ilgili çalışmaların sonuçları tutarlı değildir ve laboratuvardaki öğrenmeyi kullanılan metodun dışında birçok faktörün etkilediğine işaret etmektedir.

Zingaro ve Collette (1968) üniversite fizik sınıflarına kayıtlı ikinci sınıf öğrencileriyle bir tümevarımsal yaklaşım ve bir geleneksel yaklaşım kullanmıştır. Tümevarımsal yaklaşımda hiçbir teorik anlatım yapılmamış, öğrenciler laboratuvarda toplanan verilerin analizinden yararlanarak prensipleri keşfetmişlerdir. Laboratuvar sonunda yapılan tartışmalar kavramları oluşturmak ve pratik problemlere uygulamak için kullanılmıştır. Geleneksel grup ise laboratuvarları teorik derste verilen prensipleri doğrulamak için kullanmıştır. Başarı, eleştirel düşünme yeteneği ve bilimi anlama üzerine bu iki metodun etkisi arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Aksine, Raghbir (1979) çeşitli bilişsel becerileri (hipotez kuma, deney dizayn etme, değişkenleri kontrol etme, sonuçları analiz etme ve yorumlama) geliştirmek için 12. sınıf biyoloji öğrencileriyle bir araştırmacı-laboratuvar yaklaşımı kullanmıştır. Öğrenciler deney ve kontrol grubuna rasgele alınmış, deneysel grup araştırmacı-laboratuvar yaklaşımıyla eğitim görürken kontrol grubu geleneksel bir yaklaşımla eğitim görmüştür. Öğrenciler bir Akademik Gelişim Testi kullanılarak önce ve sonra test edilmiş ayrıca, öğrencilerin tutumları bir Thurstone ölçeği kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda araştırmacı-laboratuvar yaklaşımını kullanan öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla bilimi daha fazla anladıkları, bilgiyi daha fazla akılda tuttukları ve bilimsel düşünme becerilerinin daha iyi olduğu bulunmuştur. İlâveten, bu öğrencilerin konuya daha fazla merak duydıkları, daha açık oldukları ve laboratuvar çalışmasında daha fazla sorumluluk ve tatmin gösterdikleri bildirilmiştir.

Fix ve Renner (1979) laboratuvar eğitimi için bir açık-uçlu/soruşturma yaklaşımı planlamıştır. Bu yaklaşımda, araştırma - kavramı bulma - kavramı genişletme dizisi kullanılmıştır. Öğrenme döngüsü olarak bilinen bu yaklaşımda öğrenciler öncelikle materyalleri ve öğretmenin verdiği temel yönergeleri kullanarak kavramı araştırırlar. Daha sonra, öğrenciler öğretmenin rehberliğinde araştırma sonucunda açığa çıkan düşünce, veri ve gözlemleri birleştirirler. Sonra öğrenciler öğretmenin yardımıyla veri sentezleri sayesinde verilere özgü kavramı tanımlarlar. Daha sonra, öğrenciler yeni keşfedilen kavramı ilave laboratuvar aktiviteleri yapmada, problem çözmede, bireysel araştırmalarını sürdürmede kullanırlar ve/veya kavramın kullanımlarını ve daha ileri tanımlamalarını okurlar. Soruşturma yaklaşımında, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini artırmaya ve bilimin bir organize bilgi bütünü olduğu kadar aynı zamanda bir proses ve bir aktivite olduğunun farkına varmalarında öğrencilere yardım etmeye önem verilir. Fix ve Renner, özel bir lisede bu yaklaşımın kullanılmasından sonra lisede kimyaya kayıtların arttığını ve seçmeli bir ders olan kimyaya karşı pozitif tutumların gittikçe arttığını bildirmiştir.

Zihinsel çatışma olarak bilinen bir diğer rehberli soruşturma formunun da etkili bir eğitim tekniği olduğu gösterilmiştir. Stavy ve Berkovitz (1980), Piaget'in iki zihinsel varlık arasındaki çatışma veya ayrılık bilişsel gelişime yol açar düşüncesine dayanan ve çocukların sıcaklık kavramı ile ilgili zihinsel gelişimini ilerletmeyi amaçlayan çatışma yaratıcı tekniklerin kullanımına ilişkin bir araştırma yapmıştır. Çalışmada, çocuğun nitel bilgisi aynı bilginin nicel yönlerini öğretmek için kullanılmıştır. Çalışmada üç grup oluşturulmuştur: birinci grup, grup temelinde çatışmaya dayalı eğitim almış, ikinci grup birey temelinde çatışmaya dayalı eğitim almış, üçüncü grup ise bu bağlamda bir eğitim almamıştır. Stavy ve Berkovitz çatışmaya dayalı eğitim alan çocukların sıcaklık kavramını anlamalarının ilerlediğini göstermiştir.

Vermont (1984) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ise oldukça farklıydı. Vermont, iki yıllık bir üniversitedeki kimya öğrencilerinin mol kavramına ilişkin başarı ve yanlış kavrama düzeyleri üzerine, Piaget'in ve Ausubel'in teorilerinden türetilen üç eğitim metodunun etkilerini karşılaştırmıştır. Bu çalışmada, öğrenme-döngüsü, bilişsel öğrenme ve gelişim stratejisi ve geleneksel ders-laboratuvar stratejisi olmak üzere üç eğitim metodu kullanılmıştır. Vermont, mol kavramını öğretmede ve kavramsal değişim meydana getirmede bu üç metodun eşit derecede etkili olduğunu göstermiştir.

Pavelich ve Abraham (1979) üniversite birinci sınıf fen öğrencileriyle bilimin araştırmaya dayalı doğasını anlama ve soyut düşünme becerilerini geliştirme üzerine rehberli-açık soruşturma yaklaşımıyla geleneksel doğrulama yaklaşımının etkilerini karşılaştıran bir çalışma yapmıştır. Çalışmada, tek bir dönem sonunda rehberli-açık soruşturma yaklaşımıyla eğitim gören öğrencilerin geleneksel doğrulama grubundaki öğrencilere kıyasla soyut düşünme becerisinde anlamlı kazançlar sağladığı gösterilmiştir. Buna karşın, iki dönem sonundaki test sonuçları iki grup arasında soyut düşünme becerilerindeki gelişim açısından anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca rehberli-açık soruşturma yaklaşımının bilimsel araştırmanın bazı açılarını teşvik etmede anlamlı olarak daha iyi olduğu bulunmuştur.

Kavramsal değişimle ilgili olarak ise yapılan araştırmalar öğrencilerin fen bilimlerinde kullanılan kelimelere verdikleri anlamlara, öğrencilerin doğal olguları açıklamalarına ve öğrencilerin kavraması üzerine önceki bilgilerin etkisine odaklanmıştır (örn: Champagne, Klopfer ve Anderson, 1980; Driver ve Easley, 1978; Driver ve Erickson, 1983; Gilbert, Osborne ve Fensham, 1982; Osborne, Bell ve Gilbert, 1983). Bu çalışmalardan çıkarılan sonuç, etkili bir öğretim planlamak için öğrencilerin ön bilgi ve kavramlarının, kavramsal çerçevelerinin dikkate alınması gerektiğidir. İlaveten, bazı çalışmalarda (örn: Erickson, 1979; Osborne ve Gilbert, 1980) sınıftaki diyaloglarda öğretmenin öğrencinin bireysel kavramsal çerçevesini anlamasının önemli olduğu gösterilmiştir.

Ayrıca, kavramsal değişimi meydana getirmek için bazı eğitim stratejileri araştırılmıştır. Lewis (1987) onuncu sınıf fen öğrencilerinin problem çözme esnasında kavramsallaştırmaları üzerine somut deneyimlerin etkisini araştırmıştır (dış bütünleşme). Çalışmada, deney grubu sınıflarında somut deneyler kullanılırken kontrol grubu sınıflarında kullanılmamıştır. Çalışmanın sonucunda deneysel grubun kontrol grubuna kıyasla mantıksal düşünme puanlarının ve bazı işlem becerilerinin anlamlı olarak daha fazla geliştiği bulunmuştur.

Veath (1988) farklı laboratuvar yaklaşımlarının cebire dayalı bir fizik kursuna kayıtlı üniversite öğrencilerinin mekaniği anlamasında kavramsal değişim meydana getirme üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada, öğrenciler üç eğitim yaklaşımından (geleneksel, orta ve değiştirilmiş tahmin - değiştirilmiş öğrenme döngüsü) birinin kullanıldığı laboratuvarlara rasgele seçilmiştir. Geleneksel yaklaşımda, doğrulanacak kavram veya prensiplerin açık tanımları ve de verileri toplamak ve analiz etmek için ayrıntılı prosedürler verilmiştir. Geleneksel yaklaşıma benzeyen orta yaklaşımda aktiviteler mekanik konusunda önceden belirlenmiş yanlış kavramalara dayandırılmıştır. Tahmin yaklaşımında ise öğrenciler bir problem durumuyla karşı karşıya bırakılmış ve onlardan durum hakkında tahminlerde bulunmaları istenmiştir. Tahminlerin sınıfta paylaşılmasından sonra öğrenciler tahminlerini test etmek için küçük gruplar halinde çalışmıştır. Verilerin analizi,

tahmin - değiştirilmiş bir öğrenme döngüsü yaklaşımını kullanan öğrencilerin diğer gruplara kıyasla daha fazla kavramsal değişim gösterdiğini ve anlamlı olarak daha pozitif tutumlara sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çalışmada, her ikisi de öğrencilerin ön kavramlarına dayanan tahmin-değiştirilmiş öğrenme döngüsü ve orta yaklaşımın fiziğin anlaşılmasında kavramsal değişimi meydana getirmede anlamlı olarak etkili olabileceğini ortaya konulmuştur.

Sosyal etkileşimin öğrencilerin başarı ve tutumları üzerine etkileri ile de oldukça fazla ilgilenilmiştir. Dört literatür derlemesi (Johnson, Johnson ve Maruyama, 1983; Sharan, 1980; Slavin, 1987; Webb, 1982) kooperatif öğrenme stratejilerinin başarı, motivasyon, kendine güven ve öğrenciler arasındaki farkları kabullenme üzerine pozitif etkilerini bildiren bir çok çalışmanın sonuçlarını özetlemiştir. Ayrıca, sosyal etkileşimi gerektiren ödevlerin öğrenmeyi teşvik edeceği bildirilmiştir. Lord'a (1994) göre öğrencileri işbirlikçi gruplarda çalıştırmak yapılandırıcı bir öğrenme ortamının temelidir, çünkü öğrencilere kendi anlamalarını açıklığa kavuşturma fırsatı sağlanır.

Sosyal etkileşimi desteklemek için kooperatif öğrenmeyi kullanmanın ilkökul, ortaokul ve liselerde etkili olduğu görülmüştür (örn: Johnson, Johnson ve Scott,1978; Smith, Hinckley ve Volk, 1991). Smith, Hinckley ve Volk (1991) laboratuvarında küçük öğrenci gruplarının ortak bir amaç için birlikte çalışmasını gerektiren bir teknik (jigsaw tekniği) kullanmıştır. Çalışmada, üniversite birinci sınıf öğrencileri kooperatif öğrenme sınıfı ve geleneksel sınıf olmak üzere iki laboratuvar grubuna rasgele seçilmiştir. Son test puanları karşılaştırıldığında kooperatif öğrenme grubunun anlamlı olarak daha başarılı olduğu bulunmuştur. Onlar, kooperatif yaklaşımın üniversite kimya öğrencilerinin laboratuvar öğrenme deneyimleri ve özellikle düşük başarılı öğrencilerin başarısı üzerinde anlamlı, pozitif bir etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.

Yukarıda bildirilen bazı çalışmaların sonuçları, eğer kullanılan eğitim metodu kavramsal bütünleşmeyi, rehberli soruşturma olaylarını, kavramsal değişim için



rehberliği ve sosyal etkileşimi içerirse laboratuvar çalışması başarı, tutum ve algılamayı olumlu yönde etkileyebilir sonucunu desteklemektedir. Bu öğeler; gerçekler, prensipler, kavramlar ve kavram şemaları gibi öğrenme sonuçlarını ve çıkarım yapma, tahmin etme, değişkenleri kontrol etme ve hipotez kurma gibi öğrenme proseslerini vurgular. Ürün ve prosesi vurgulayan bu öğelerin birbirini destekleyeceği varsayılır. Sonuç; daha fazla bilgi kazanımı; daha fazla kavramsal değişim; fen, kimya ve laboratuvara karşı daha pozitif bir tutum; ve bilimin doğasını ve bilim öğrenme yollarını daha iyi anlama olmalıdır.



### **3. PROBLEMLER VE HİPOTEZLER**

Bu bölümde çalışmanın ana problemi, alt problemleri ve hipotezleri sunulmuştur.

#### **3.1. Problem Cümlesi:**

Bu çalışmanın amacı, genel kimya laboratuvarında üniversite birinci sınıf öğrencilerinin başarıları ve kavramsal değişimleri üzerine geleneksel doğrulama metoduna kıyasla yapılandırıcı (constructivist) eğitim metodunun etkisini test etmektir. Ayrıca geleneksel doğrulama metoduyla ve yapılandırıcı metotla verilen laboratuvar eğitimi sonucunda öğrencilerin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumlarındaki ve bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamalarındaki değişimler de araştırılacaktır.

Bu çalışmanın nihai amacı ise öğrenciler arasında başarıyı artırmak, kavramsal değişimi kolaylaştırmak, pozitif bir tutum geliştirmek ve yapılandırıcı düşünmeyi teşvik etmek için hangi eğitimsel metodun kullanılabileceğini belirlemektir.

#### **3.2. Alt Problemler:**

**3.2.1.** Genel kimya laboratuvarlarında yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin başarıları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

**3.2.2.** Yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin kavramsal değişimleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

**3.2.3.** Yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

**3.2.4.** Yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

**3.2.5.** Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin başarıları üzerine anlamlı bir etkisi var mıdır?

**3.2.6.** Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin kavramsal değişimleri üzerine anlamlı bir etkisi var mıdır?

**3.2.7.** Öğrencilerin ön kimya bilgilerinin başarıları üzerine anlamlı bir etkisi var mıdır?

**3.2.8.** Öğrencilerin ön kimya bilgilerinin kavramsal değişimleri üzerine anlamlı bir etkisi var mıdır?

### **3.3. Hipotezler**

Bu çalışmada, her bir probleme ilişkin olarak 0.05 anlamlılık düzeyinde aşağıdaki null hipotezleri kuruldu.

**3.3.1.** Genel kimya laboratuvarlarında yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

**3.3.2.** Yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin kavramsal değişimleri arasında anlamlı bir fark yoktur.

**3.3.3.** Yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumları arasında anlamlı bir fark yoktur.

**3.3.4.** Yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.

**3.3.5.** Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin başarıları üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

**3.3.6.** Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin kavramsal değişimleri üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

**3.3.7.** Öğrencilerin ön kimya bilgilerinin başarıları üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

**3.3.8.** Öğrencilerin ön kimya bilgilerinin kavramsal değişimleri üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

## 4. ARAŞTIRMA DESENİ

### 4.1. Deneysel Desen

Çalışmada öntest-sontest kontrol grubu dizaynı (Gay, 1981) kullanıldı. Çalışmada yer alan öğrenciler, deneysel grup (DG) ve kontrol grubu (KG) olmak üzere rasgele iki gruba ayrıldı. Kontrol grubuna geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilirken deneysel gruba yapılandırıcı metotla eğitim verildi.

Çalışmanın başlangıcında, ön kimya bilgilerini ve mantıksal düşünme yeteneklerini kontrol altına almak ve iki grup arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için bütün öğrencilere Kimya Bilgi Testi (KBT) ve Mantıksal Düşünme Testi (MDT) uygulandı. Ayrıca, iki farklı öğretim metodunun (Yapılandırıcı Metot ve Doğrulama Metodu) öğrencilerin başarıları, kavramsal değişimleri ve de tutum ve algılamaları üzerine etkisini belirlemek amacıyla Laboratuvar Testi (LT), Kavram Testi (KT) ve Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum ve Algılama Testi (TAT) çalışmada yer alan bütün öğrencilere ön ve son test olarak uygulandı. İlâveten, laboratuvarında kullanılan öğretim metotları hakkında öğrencilerden betimleyici bilgi edinmek için Laboratuvar Anketi (LA) bütün öğrencilere orta ve son test olarak uygulandı. Çalışmada kullanılan araştırma dizaynı Tablo-1'de verilmiştir.

Tablo-1: Çalışmada kullanılan araştırma dizaynı

Grup	Kullanılan Öğretim Metodu	Öntestler	Sontestler
DG	Yapılandırıcı Metot	KBT, MDT, LT, KT, TAT, LA	LT, KT, TAT, LA
KG	Doğrulama Metodu	KBT, MDT, LT, KT, TAT, LA	LT, KT, TAT, LA

## 4.2. Çalışmanın Örnekleme

Bu çalışmanın örneklemini Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim gören ve 2000-2001 öğretim yılının bahar döneminde Genel Kimya Laboratuvarı-I dersini alan üniversite birinci sınıf öğrencileri oluşturdu. Örneklem deneysel grup ve kontrol grubu olmak üzere rasgele iki gruba ayrıldı. Deneysel grup on dört kız ve altı erkek olmak üzere yirmi öğrenciden ve kontrol grubu on dört kız altı erkek olmak üzere yirmi öğrenciden oluştu.

## 4.3. Değişkenler

### 4.3.1. Bağımlı Değişkenler

#### 4.3.1.1. Başarı

Öğrencilerin genel kimya laboratuvarındaki başarıları araştırmacı tarafından hazırlanan ve 25 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir Laboratuvar Testiyle ölçüldü. Test; sekiz konu (buhar basıncı, çözünürlük, hidratlar, kimyasal değişimler ve enerji, asitler ve bazlar, kimyasal kinetik, kimyasal denge ve yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları) ile ilgili kavram ve prensiplerdeki başarıyı ölçmek için dizayn edildi.

#### 4.3.1.2. Kavramsal Değişim

Kavramsal değişim araştırmacı tarafından hazırlanan ve 23 sorudan oluşan bir Kavram Testi ile ölçüldü. Test, sekiz konuda (buhar basıncı, çözünürlük, hidratlar, kimyasal değişimler ve enerji, asitler ve bazlar, kimyasal kinetik, kimyasal denge ve yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları) öğrencileri alternatif kavramları gösteren ifadelerle veya kabul edilen bilimsel kavramla değerlendirmek için dizayn edildi. Kavramsal değişim öntest ve sontest puanları karşılaştırılarak ve madde analizi ile belirlendi.

#### 4.3.1.3. Tutum ve Algılama

Tutum ve algılama iki ölçekten oluşan 25 maddelik bir Likert-tipi test olan Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum ve Algılama Testi ile ölçüldü. Testteki iki ölçek; fen, kimya ve laboratuvara karşı tutum ve bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılama idi. Öğrencilerden ‘Tamamen katılıyorum’ dan ‘Hiç katılmıyorum’ a değişen beş puanlı bir Likert ölçeği kullanılan anketteki maddeleri cevaplamaları istendi.

Tutum ölçeğinde maddeler, daha yüksek bir puan daha pozitif bir tutumu gösterecek şekilde puanlandı. Algılama ölçeğindeki maddeler daha yüksek bir puan bilim ve bilim öğrenme yolları ile ilgili daha yapılandırıcı (constructivist) bir görüşü yansıtacak şekilde puanlandı.

### **4.3.2. Bağımsız Değişken**

Bu çalışmada, bağımsız değişken çalışma süresince uygulanan öğretim yöntemi (Yapılandırıcı Metot ve Geleneksel Doğrulama Metodu) idi. Kontrol grubu sekiz geleneksel aktiviteden oluşan bir doğrulama metodu kullandı. Deneysel grup ise kavramsal bütünleşme, rehberli soruşturma olayları, kavramsal değişim için rehberlik ve sosyal etkileşimle karakterize edilen sekiz aktiviteden oluşan bir yapılandırıcı metot kullandı. Öğrencilerden öğretim metotları ve materyalleri hakkında betimleyici bilgi almak için araştırmacı tarafından dizayn edilen bir Laboratuvar Anketi kullanılarak uygulamalar izlendi.

### **4.3.3. Kovaryatlar**

Mantıksal Düşünme Testi ile ölçülen mantıksal düşünme yeteneği, Kimya Bilgi Testi ile ölçülen ön kimya bilgisi ve öğrencilerin Laboratuvar Testi, Kavram Testi ve de Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum ve Algılama Testi ön test puanları kovaryat olarak kullanıldı.

## **4.4. Ölçüm Araçları**

### **4.4.1. Kimya Bilgi Testi**

Kimya Bilgi Testindeki sorular High School Chemistry Scholarship Examination (1996, ACS), 1997-1999 U.S. National Chemistry Olympiad National



Test, 1997-1999 U.S. National Chemistry Olympiad Local Test, 1991 New York Regents High School Examination in Chemistry Testi ve çeşitli yıllara ait ÖYS sorularından uyarlandı. Test 30 adet çoktan seçmeli sorudan oluştu. Test hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilere laboratuvar eğitimi başlamadan önce uygulandı. Öğrencilerin puanları doğru olarak cevaplandırılan soru sayısına göre belirlendi. Kimya Bilgi Testinden alınabilecek maksimum puan 30 idi.

Testin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman kişilerce kontrol edildi ve araştırmanın amacına uygun olduğuna karar verildi. Testin alfa güvenilirlik katsayısı 0.72 olarak bulundu. Kimya Bilgi Testi Ek-1'de verilmiştir.

#### **4.4.2. Mantıksal Düşünme Testi**

Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini belirlemek amacıyla kullanılan Mantıksal Düşünme Testi Tobin ve Capie (1981) tarafından geliştirildi. Testin Türkçe'ye çevirisi ve uyarlanması Özkan, Aşkar ve Geban tarafından yapıldı. Test; orantısal düşünme (2 soru), değişkenleri kontrol etme (2 soru), olasılıksal düşünme (2 soru), ilişkisel düşünme (2 soru) ve birleşik düşünme (2 soru) olmak üzere altı mantıksal işlemi ölçen 10 adet iki aşamalı sorudan oluştu. Test, hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilere çalışmanın başlangıcında uygulandı. Mantıksal Düşünme Testinden alınabilecek maksimum puan 10 idi.

Testten alınan 1-3 puan öğrencinin somut düzeyde düşündüğünü, 4-7 puan öğrencinin geçişte olduğunu, 7-10 puan öğrencinin formal düzeyde düşündüğünü gösterdi. Bu çalışmada testin güvenilirliği 0.81 olarak bulundu. Mantıksal Düşünme Testi Ek-2'de verilmiştir.

#### 4.4.3. Laboratuvar Testi

Araştırmacı tarafından hazırlanan Laboratuvar Testi, öğrencilerin laboratuvarında görülen kavram ve prensiplerdeki başarısını ölçmek amacıyla kullanıldı. Test, öğrencilerin laboratuvarında görülen kavram ve prensiplerle ilgili beyansal ve işlemsel bilgi başarısını değerlendiren 25 çoktan seçmeli sorudan oluştu. Test, hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilere çalışmanın başlangıcında öntest olarak ve çalışmanın bitiminde sontest olarak uygulandı. Öğrencilerin puanları doğru olarak cevaplandırılan soru sayısına göre belirlendi. Laboratuvar Testinden alınabilecek maksimum puan 25 idi.

Testin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman kişilerce kontrol edildi ve araştırmanın amacına uygun olduğuna karar verildi. Testin alfa güvenilirlik katsayısı 0,71 olarak bulundu. Laboratuvar Testi Ek-3'de verilmiştir.

#### 4.4.4. Kavram Testi

Araştırmacı tarafından hazırlanan Kavram Testi, laboratuvar eğitiminden önce öğrencilerin kavramlarını belirlemek ve eğitim sonucunda öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilen kavramları kazanımını, kavramsal değişimini değerlendirmek amacıyla kullanıldı. Test, sekiz konuda (buhar basıncı, çözünürlük, hidratlar, kimyasal değişimler ve enerji, asitler ve bazlar, kimyasal kinetik, kimyasal denge ve yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları) öğrencileri alternatif kavramları gösteren ifadelerle veya kabul edilen bilimsel kavramla değerlendirmek için dizayn edilen 23 sorudan oluştu. Kavram Testindeki bazı sorular çeşitli literatürlerden uyarlandı (Boujaoude, 1993; Bowen, Bunce, 1997, Ellis ve arkadaşları, 2000; Sanger, Greenbowe, 1997; Smith, Metz, 1996). Test soruları iki aşamadan oluştu,

öğrencilerden ilk aşamada soruyu cevaplamaları, ikinci aşamada ise cevapları için açıklama yazmaları istendi. Test, çalışmaya katılan bütün öğrencilere öntest ve sontest olarak uygulandı.

Testin değerlendirilmesinde, çoktan seçmeli kısım öğrencinin cevabına göre doğru veya yanlış olarak işaretlendi. Öğrencilerin doğru cevapları için verdikleri açıklamalar ise 1- boş veya "bilmiyorum", 2- yanlış veya ilgisiz kavram, 3- kısmen doğru kavram ve 4- doğru kavram olarak işaretlendi. Yanlış bir seçim için verilen açıklama yanlış olarak düşünülürdü. Sorular puanlanırken doğru seçime 1 puan ve kısmen doğru veya doğru açıklamaya 1 puan verildi. Kavram Testinden alınabilecek maksimum puan 46 idi.

Testin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman kişilerce kontrol edildi ve araştırmanın amacına uygun olduğuna karar verildi. Testin alfa güvenilirlik katsayısı 0,80 olarak bulundu. Kavram Testi Ek-4'te verilmiştir.

#### **4.4.5. Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum ve Algılama Testi**

Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum Testi, öğrencilerin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumlarını ve bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamalarını belirlemek amacıyla kullanıldı. Test, sırasıyla 11 ve 14 madde içeren iki ölçekten oluştu. Toplam 25 maddeden oluşan testteki iki ölçek; 1- fen, kimya ve laboratuvara karşı tutum ve 2- bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılama idi. Öğrencilerden 'Tamamen katılıyorum' dan 'Hiç katılmıyorum' a değişen beş puanlı bir Likert ölçeği kullanılan anketteki maddeleri cevaplamaları istendi. Tutum ölçeğinde maddeler, daha yüksek bir puan daha pozitif bir tutumu gösterecek şekilde 1'den 5'e puanlandı. Her bir öğrenci için birleşik bir puan elde etmek için maddeler toplandı. Algılama ölçeğindeki maddeler ise daha yüksek bir puan bilim ve bilim öğrenme

yolları ile ilgili daha yapılandırıcı (constructivist) bir görüşü yansıtacak şekilde 1'den 5'e puanlandı. Her bir öğrenci için birleşik bir puan elde etmek için maddeler toplandı. Test, çalışmaya katılan bütün öğrencilere öntest ve sontest olarak uygulandı.

Testin oluşturulmasında fen, kimya ve laboratuvara karşı tutum ve algılama ile ilgili bazı literatürlerden (Aikenhead, 1988; Hasan,1985; Hofstein, Maoz & Rishpon, 1990; Swartz & Gogolin, 1992) yararlanıldı. Testin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman kişilerce kontrol edildi ve araştırmanın amacına uygun olduğuna karar verildi. Testin alfa güvenirlik katsayısı 0,84 olarak bulundu. Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum Testi Ek-5'de verilmiştir.

#### **4.4.6. Laboratuvar Anketi**

Laboratuvar Anketi, kimya laboratuvarlarında kullanılan öğretim metotları ve materyalleri hakkında öğrencilerden betimleyici bilgi edinmek ve böylece deney ve kontrol gruplarında sırasıyla yapılandırıcı ve geleneksel doğrulama metotlarının özelliklerini yansıtacak şekilde uygulanıp uygulanmadığını belirlemek için kullanıldı. Laboratuvar Anketi'nde yer alan ifadeler, Abraham (1982) tarafından geliştirilen Laboratuvar Programı Değişkenleri Envanteri'nden uyarlandı. Laboratuvar Anketi'nde bulunan 22 madde, öğretim metoduna (yapılandırıcı veya doğrulama) bağlı olarak laboratuvar aktiviteleri esnasında olabilecek çeşitli öğrenci-öğrenci, öğrenci-öğretmen ve öğrenci-materyal etkileşimlerini içeriyordu. Öğrencilerden her bir ifadeyi okumaları ve her bir ifadede verilen durumun laboratuvarda hangi sıklıkla olduğunu ("Nadiren olur", "Bazen olur", "Genellikle olur", "Çok sık olur") işaretlemeleri istendi. Ankette yer alan maddeler, daha yüksek puan yapılandırıcı öğretim metodunun özelliğini yansıtacak şekilde 1'den 4'e

puanlandı. Ayrıca, ankette yer alan bazı maddeler her iki öğretim metodunun özelliklerini yansıtıyordu.

Laboratuvar Anketi hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilere, üç laboratuvar aktivitesinin tamamlanmasından sonra ortatest olarak ve çalışmanın sonunda sontest olarak kullanıldı. Testin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman olan ve çalışmada kullanılan iki öğretim metodunu da bilen kişilerce kontrol edildi ve araştırmanın amacına uygun olduğuna karar verildi. Testin alfa güvenilirlik katsayısı 0,86 olarak bulundu. Laboratuvar Anketi Ek-6'da verilmiştir.

#### 4.5. Yöntem

Bu çalışma, 2000-2001 öğretim yılının ikinci döneminde Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı'nda Genel Kimya Laboratuvarı-I dersini alan 40 öğrenciyle on hafta boyunca yürütüldü. İlk ve son haftada ön ve son testler uygulandı ve sekiz hafta boyunca eğitim verildi.

Çalışmada yer alan öğrenciler, deneysel grup ve kontrol grubu olmak üzere rasgele iki gruba ayrıldı. Çalışmanın başlangıcında, ön kimya bilgilerini ve mantıksal düşünme yeteneklerini kontrol altına almak ve iki grup arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için bütün öğrencilere KBT ve MDT uygulandı. Ayrıca, iki farklı öğretim metodunun (Yapılandırıcı Metot ve Doğrulama Metodu) öğrencilerin başarıları, kavramsal değişimleri ve de tutum ve algulamaları üzerine etkisini belirlemek amacıyla LT, KT ve TAT çalışmada yer alan bütün öğrencilere ön ve son test olarak uygulandı. İlaveten, laboratuvarda kullanılan öğretim metotları hakkında öğrencilerden betimleyici bilgi edinmek için LA bütün öğrencilere orta ve son test olarak uygulandı.

## **Kontrol Grubu**

Kontrol grubuna birçok üniversite fen laboratuvarında yaygın olarak kullanılan geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilirken deneysel gruba kavramsal bütünleşme, rehberli soruşturma olayları, kavramsal değişim için rehberlik ve de sosyal etkileşim ile karakterize edilen yapılandırıcı metotla eğitim verildi. Her iki grupta kullanılan laboratuvar aktiviteleri aynı kimya kavram ve prensiplerini kapsadı. Hem deney hem de kontrol grubuna araştırmacı ve fen eğitiminde doktarasını yapmakta olan ve bu öğretim metotları hakkında bilgisi olan bir araştırma görevlisi tarafından ders verildi.

Geleneksel doğrulama metodunun kullanıldığı kontrol grubunda laboratuvar ders kitabı olarak Genel Kimya Deneyleri (Sommer ve arkadaşları, 1997) kitabı kullanıldı. Ayrıca, ilave bazı deneyler araştırmacı tarafından dizayn edildi. Kontrol grubunda aşağıdaki sekiz laboratuvar aktivitesi yapıldı:

- 1- Bir Sıvının Buhar Basıncının Belirlenmesi
- 2- Bir Tuzun Çözünürlüğünün Tayini ve Potasyum Nitratın Saflaştırılması
- 3- Hidratlar
- 4- Reaksiyon Isısı Tayini
- 5- Asit Baz Reaksiyonları ve Asit Baz Titrasyonu
- 6- Sıcaklığın ve Konsantrasyonun Reaksiyon Hızına Etkisi
- 7- Kimyasal Denge
- 8- Yükseltgenme-İndirgenme Reaksiyonları

Öğrencilere bir hafta öncesinden hangi deneyin yapılacağı söylendi ve laboratuvar dersine konuyla ilgili hazırlık yaparak gelmeleri istendi. Geleneksel doğrulama metoduyla işlenen laboratuvar derslerinde, öğretmen, öğrenciler aktiviteye başlamadan önce o laboratuvar aktivitesinde yer alan kavram, prensip ve teorileri tanıttı, araştırılacak problemi ifade etti, deneysel prosedürü ayrıntılı bir şekilde anlattı ve toplanan verilerin nasıl analiz edileceğini gösterdi. Daha sonra,

öğrenciler laboratuvar ders kitaplarında yazılı olan deneysel prosedürü adım-adım takip ederek veri topladılar, verilerini kitaplarındaki boş tablolara kaydettiler, gerekli hesaplamaları yaparak topladıkları verileri analiz ettiler ve laboratuvar çalışmasından bir hafta sonra yaptıkları deneyle ilgili bir rapor sundular.

### **Deneysel Grup**

Kavramsal bütünleşme, rehberli soruşturma olayları, kavramsal değişim için rehberlik ve de sosyal etkileşim ile karakterize edilen yapılandırıcı metotla eğitim verilen deneysel grupta araştırmacı tarafından hazırlanan işlem yaprakları kullanıldı. Deneysel grupta aşağıdaki sekiz laboratuvar aktivitesi yapıldı:

- 1- Buhar Basıncı
- 2- Tuzların Çözünürlüğü
- 3- Kimyasal Özellikler, Hidratlar
- 4- Kimyasal Değişimler ve Enerji
- 5- Asitler ve Bazlar
- 6- Kimyasal Kinetik
- 7- Kimyasal Denge
- 8- Yükseltgenme-İndirgenme Reaksiyonları

Deneysel grupta kullanılan öğretim metodunun dizaynı, öğrenme prosesini etkileyebilen bir dizi dış olayı ortaya koyan Gagne-Briggs eğitimsel-dizayn teorisine (Gagne & Briggs, 1979) dayandı. Gagne-Briggs eğitimsel dizayn teorisinde yer alan olaylar şunlardır: 1- Öğrencilerin ilgisini çekmek, motivasyonu artırmak; 2- Öğrencilere aktivitenin amaçları hakkında, ya doğrudan söyleyerek ya da öğrencilerin onları çözülecek problemler olarak formüle etmesini sağlayarak, bilgi vermek; 3- Aktivitenin amaçlarını hatırlatmak ve öğrencileri ön bilgilerini yeni bilgiyle ilişkilendirmeleri için teşvik etmek; 4- Öğrencilerin ilgisini olaylara yönlendirmek; 5- Öğrenme için rehberlik sağlamak; 6- Öğrencilerin performanslarını

açığa çıkarmak; 7- Yapıcı geri dönüt vermek; 8- Öğrencilerin performansını değerlendirmek ve 9- Bilginin akılda tutulmasını ve transferini ilerletmek.

Yapılandırıcı metotla eğitim verilen deneysel grupta Gagne-Briggs eğitimsel dizayn teorisinden yola çıkarak her laboratuvar aktivitesinde sırasıyla şunlar yapıldı: 1- Farklı bir olayı göstermek için öğretmen tarafından bir gösteri deneyi yapıldı; 2- Öğrencilerden gözledikleri olayları açıklamaları için ön bilgilerini kullanmaları istendi; 3- Öğrenciler ve öğretmen gözledikleri olaylardan açığa çıkan problemleri tartıştılar ve öğrenciler bu problemleri çözmek için kullanılabilecek stratejileri önerdiler; 4- Öğrenciler belirledikleri stratejileri kullanarak veri topladılar ve verilerini analiz ettiler; 5- Öğrenciler ve öğretmen bir araya toplandılar ve verilerin analizinden açığa çıkan kavramları yapılandırdılar ve 6- Öğrenciler bu kavramları yeni bir probleme uyguladılar. Gagne ve Briggs tarafından ortaya koyulan eğitimsel olaylar ve bunlara karşılık gelen laboratuvar uygulamaları Şekil-1'de gösterilmiştir.

Yapılandırıcı metotla eğitim verilen deneysel grupta her aktivitede rehberli soruşturma olayları, kavramsal değişimi kolaylaştırmak için rehberlik, kavramların iç ve dış bütünleşmesi ve öğrenciler arasında tartışmayı desteklemek için sosyal etkileşim vardı. Her laboratuvar dersi öğretmen tarafından yapılan bir gösteri deneyiyle başladı. Öğrenciler gösteri deneyini gözledikten sonra ön bilgi ve kavramlarını kullanarak gözlemlerini açıklamaya çalıştılar. Buradaki amaç, o laboratuvar aktivitesindeki kavramlarla ilgili öğrencilerin ön kavramlarını açığa çıkarmaktı. Gösteri deneylerinde mümkün olduğu kadar şaşırtıcı olaylar yer aldı, böylece öğrencilerin ilgisi çekildi ve öğrenciler gözledikleri olayla ilgili daha fazla araştırma yapmak için motive oldular. Öğretmen, gösteri deneyinden sonra öğrencilerin sorularına direk cevap vermekten veya öğrencilerin açıklamalarını ve problemi çözme girişimlerini yargılamaktan kaçındı. Fakat, gösteri deneyinden sonra yapılan tartışmalarda açığa çıkan ön kavramları dikkate alarak laboratuvar esnasında öğrencilere yapıcı geri dönütler verdi. Öğretmen, öğrencileri yeni kavramları öğrenmeye çalışırken veya gözledikleri olayları açıklamaya çalışırken açığa çıkan problemle karşı karşıya koydu. Bu aşamada, öğrencilerin gözlemledikleri



olayları açıklamaya çalışırken açığa çıkan problem ortaya konuldu ve böylece öğrenciler aktivitenin amaçları hakkında bilgilendirilmiş oldu.

Şekil-1: Gagne ve Briggs tarafından ortaya konulan eğitimsel olaylar ve bunlara karşılık gelen laboratuvar uygulamaları.

<u>Eğitimsel Olay</u>	<u>Laboratuvardaki Uygulaması</u>
1. İlgiyi çekme	1. Bir gösteri deneyinin gözlenmesi
2. Ön bilgilerin hatırlanmasını teşvik etme	2. Gözlenen olayı açıklamak için ön bilgilerin kullanılması
3. Amaç hakkında bilgi verme	3. Problemin ortaya konulması
4. İlgiyi yönlendirme	4. Problem için çözüm stratejilerinin aranması
5. Performansı açığa çıkarma	5. Verilerin toplanması ve analiz edilmesi
6. Rehberlik sağlama	6. Kavramların yapılandırılması
7. Geri dönüt verme	7. Kavramların uygulanması
8. Performansı değerlendirme	8. Sonuçların tartışılması, bir laboratuvar raporunun yazılması
9. Bilginin akılda tutulmasını artırma	9. Kavramların ilave aktivitelerde kullanılması

Laboratuvar aktivitelerindeki ikinci aşama rehberli soruşturma aşaması idi. Bu aşamada öğrenciler öğretmenin yaptığı gösteri deneyinden açığa çıkan problemi ve problemi çözüm yollarını tartıştılar. Tartışmadan sonra, öğrenciler olay hakkında bilgi edinmek için, öğretmenin minimum rehberliğiyle, somut materyallerle etkileştiler. Öğretmenin rehberliği gerekli laboratuvar becerilerinin kısaca tanıtımını ve güvenlik uyarılarını içerdi. Öğrencilere verilen yazılı materyaller, öğrencilerden cevaplamalarının istendiği ve öğrencileri yönlendiren açık uçlu soruları içerdi. Öğrencilere hiçbir teorik bilgi verilmedi, ayrıca araştırmalarından açığa çıkabilecek ilişkiler hakkında da bilgilendirilmediler. Sosyal etkileşimi artırmak için öğrenciler küçük gruplar içinde çalıştılar. Böylece, öğrenciler iddiaları ortaya koyarak, tartışarak ve fikir birliğine ulaşarak bir diğer kişiyle birlikte çalışmayı öğrendiler (Tobin,1990). Bu aşamada, öğretmen laboratuvarında gezindi, öğrencilere sorular sordu ve geri dönüt verdi.

Üçüncü aşama kavram oluşturma aşaması idi. Bu aşamada sınıftaki bütün öğrenciler bir araya toplandılar ve öğrencilerden inceledikleri değişkenler arasındaki ilişkileri bulmaları, bu ilişkileri mümkünse matematiksel eşitliklerle ifade etmeleri veya verilerdeki genel eğilimleri belirlemeleri istendi. Bu aşama öğretmen tarafından başlatıldı. Öğretmen bu aşamada da direk bilgi vermedi bunun yerine, öğrencileri toplanan verilerden yola çıkarak hipotezler kurmaya teşvik etti. Öğrenciler o andaki kavramlarını sözel olarak ifade etmeleri için teşvik edildi. Öğrenciler sınıfça bir fikir birliğine varıncaya kadar verilerdeki düzenlilikleri, verilerden çıkarılabilecek genellemeleri ve ortaya atılan hipotezleri tartıştılar. Bu aşamada, öğretmen kavramsal değişimi kolaylaştırmaya çalıştı.

Son aşama yeni geliştirilen kavramları uygulama aşaması idi. Bu aşamada, öğrenciler yeni geliştirilen temel kavramları günlük yaşamda karşılaşılan veya öğrencilerin belirlediği bir problemi çözerek genişlettiler. Öğrencilerin küçük gruplar içinde çalışması sağlanarak sosyal etkileşim desteklendi. Öğrenciler probleme ilişkin tahmin veya hipotezlerini kendilerinin geliştirdikleri prosedürleri veya kendilerine verilen yazılı materyalde önerilen prosedürleri kullanarak test ettiler. Öğrenciler

önceki aktivitelerinden geliştirilen kavramları yeni olayla ilişkilendirmeye teşvik edildiler. Aktivitenin tamamlanmasından bir hafta sonra öğrencilerden o aktiviteyle ilgili yazılı bir rapor istendi.

Yapılandırıcı metotta, öğrencilerin motivasyonunu artıran, anlamlı öğrenmeyi kolaylaştıran ve öğrencileri öğrenme prosesine aktif bir şekilde katan stratejiler kullanıldı.

Aktivitelerde öğrencilerin motivasyonu birkaç şekilde artırıldı. İlk, gösterim aşamasında farklı bir olay sunulduğunda, beklenen ve gözlenen olaylar arasındaki farktan dolayı öğrencilerde zihinsel çatışma yaratılmış olabilir. Olayı yanlış açıklayan veya açıklayamayan bir öğrencide çatışma yaratılacaktır. Olayı doğru olarak açıklayan öğrenciler ise doğru sonuca ulaşmış olmanın memnuniyetiyle motive olmuş olabilirler. İkinci olarak, farklı veya ilginç olayların kullanılması öğrencilerin ilgisini uyandırabilir. Üçüncü olarak, öğrencilere alışılmadık, beklenmedik olaylarla karşılaştıklarında açığa çıkan problemin çözümüne ilişkin bildiklerini ifade etmeleri için fırsat verildi.

Daha önce belirtildiği gibi aktivitelerin, kavramların sıralanışı anlamlı öğrenmeyi artıracak şekilde dizayn edildi. Laboratuvar aktiviteleri ilerledikçe kavramların bütünleştirilmesi ve farklılaştırılmasıyla, öğrencilerin yeni bilgileri önceki bilgileriyle ilişkilendirmeleri kolaylaştırıldı.

Ayrıca, laboratuvar aktivitelerinde öğrencilerin bilgiyi yapılandırma sürecine aktif olarak katılmalarına çalışıldı. Laboratuvar aktivitelerinin çeşitli aşamalarında öğrencilerin gözlemlerini derinlemesine düşünmeleri, hipotezler kurmaları, problemleri çözmek için stratejiler planlamaları, verilerini kaydetmeleri, verilerini analiz etmeleri, tahminlerini test etmeleri, verilerdeki düzenlilikleri bulmaları ve tartışarak fikir birliğine ulaşmaları gerekiyordu.

Yapılandırıcı metotla eğitim verilen deneysel grupta kullanılan yazılı materyaller araştırmacı tarafından hazırlandı. Aktivitelerin geliştirilmesinde çeşitli literatürlerden ve laboratuvar kitaplarından yararlanıldı (Abraham ve Pavelich, 1999; Lamba, Sharma ve Lloyd, 1997; Pavelich ve Abraham, 1979; Richardson ve Jones, 1987; Summerlin ve Ealy, 1995). Yapılandırıcı metoda dayalı laboratuvar aktiviteleri öğretmen rehberi Ek-7’de verilmiştir.

#### **4.6. Verilerin Analizi**

LT ile ölçülen başarı ve KT ile ölçülen kavramsal değişim üzerine öğretim yönteminin etkisini belirlemek için, MDT ve KBT puanları kovaryat olarak kullanılarak ANCOVA analizi yapıldı. TAT ile ölçülen tutum ve algılama üzerine öğretim yönteminin etkisini belirlemek için t-testi kullanıldı. Ayrıca, iki grup arasında farklı maddelerdeki beklenen ve gözlenen frekansları karşılaştırmak için chi-square analizi yapıldı. Çalışmada kullanılan iki öğretim metodunun (yapılandırıcı metot ve doğrulama metodu) tanımlandığı gibi uygulanıp uygulanmadığını belirlemek için LA puanları t-testi ile değerlendirildi. Ayrıca, iki grup arasında farklı maddelerdeki beklenen ve gözlenen frekansları karşılaştırmak için chi-square analizi yapıldı.

#### **4.7. Varsayımlar ve Sınırlılıklar**

##### **4.7.1. Varsayımlar**

1. Çalışma süresince araştırmacı önyargıyla hareket etmedi.

2. Her iki gruptaki öğrenciler ölçüm araçlarındaki sorulara samimiyetle ve doğru olarak cevap verdi.

3. Her iki gruptaki öğrencilerin ön kimya bilgileri ve mantıksal düşünme yetenekleri kontrol altına alındıktan sonra öğrencilerin bağımlı değişkenlerdeki performanslarını uygulanan öğretim yöntemleri dışında herhangi bir değişken etkilemedi.

4. Deneysel gruptaki öğrencilerle kontrol grubundaki öğrenciler arasında herhangi bir etkileşim olmadı.

#### **4.7.2. Sınırlılıklar**

1. Çalışmanın örneklemi 2000-2001 öğretim yılı bahar döneminde Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim gören birinci sınıf öğrencileriyle sınırlıdır.

2. Çalışmanın örneklemi 40 öğrenciyle sınırlıdır.

3. Çalışmanın uygulanma süresi sekiz hafta boyunca ortalama 3 saatle sınırlıdır.

## 5. SONUÇLAR VE ÇIKARIMLAR

3. bölümde ifade edilen hipotezler  $\alpha=0.05$  anlamlılık düzeyinde test edildi. Hipotezleri test etmek için ANCOVA, t-testi ve chi-square analizi kullanıldı. İstatistiksel analizler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programı ile yapıldı.

### 5.1. Sonuçlar

Çalışmaya katılan bütün öğrencilere KBT, MDT, LT, KT, ve TAT öntest olarak uygulandı. Deney ve kontrol gruplarının bu testlerden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için t-testi kullanıldı. Deneysel Grup (DG) ve kontrol grubunun (KG) bu testlerden aldıkları ortalama puanlar ve t-testi sonuçları Tablo-2'de gösterilmiştir.

Tablo-2: Ön Test Puanları ve t-testi Sonuçları

Test	DG		KG		SD	t
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS		
<b>KBT</b>	21.50	2.89	20.40	3.00	38	1.181, $p>0.05$
<b>MDT</b>	7.80	2.26	7.20	2.28	38	0.835, $p>0.05$
<b>LT</b>	12.05	3.47	10.15	3.33	38	1.767, $p>0.05$
<b>KT</b>	17.05	5.72	15.35	6.07	38	0.912, $p>0.05$
<b>TAT-1</b>	43.80	8.18	46.45	5.23	38	1.221, $p>0.05$
<b>TAT-2</b>	53.70	3.91	56.25	5.25	38	1.742, $p>0.05$

Sonuçlar KBT, MDT, LT, KT, ve TAT öntest puanlarında deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi.

Deneysel ve kontrol gruplarında iki öğretim yönteminin (deneysel grupta yapılandırıcı metot ve kontrol grubunda geleneksel doğrulama metodu) tanımlandığı gibi uygulanıp uygulanmadığını belirlemek için ilk üç aktivitenin ve sekiz aktivitenin tamamlanmasından sonra bütün öğrencilere Laboratuvar Anketi uygulandı. Laboratuvar Anketi'nde bulunan 22 madde, öğretim metoduna (yapılandırıcı veya doğrulama) bağlı olarak laboratuvar aktiviteleri esnasında olabilecek çeşitli öğrenci-öğrenci, öğrenci-öğretmen ve öğrenci-materyal etkileşimlerini içeriyordu. Öğrencilerden her bir ifadeyi okumaları ve her bir ifadeye verilen durumun laboratuvarında hangi sıklıkla olduğunu ("Nadiren olur", "Bazen olur", "Genellikle olur", "Çok sık olur") işaretlemeleri istendi. Ankette yer alan maddeler, daha yüksek puan yapılandırıcı öğretim metodunun özelliğini yansıtacak şekilde 1'den 4'e puanlandı. Ayrıca, ankette yer alan bazı maddeler her iki öğretim metodunun özelliklerini yansıtıyordu.

Üç aktivitenin tamamlanmasından sonra uygulanan Laboratuvar Anketi araştırmacı tarafından deney ve kontrol gruplarında sırasıyla yapılandırıcı ve geleneksel doğrulama metotlarının özelliklerini yansıtacak şekilde uygulanıp uygulanmadığını belirlemek ve gerekli düzenlemeleri yapmak için kullanıldı.

Son Laboratuvar Anketi sekiz aktivitenin tamamlanmasından sonra uygulandı. Deney ve kontrol grupları için son Laboratuvar Anketi sonuçları ve t-testi sonuçları Tablo-3'de gösterilmiştir.

Tablo-3: Son Laboratuvar Anketi Ortalama Puanlar

Grup	$\bar{X}$	SS
Kontrol (N=20)	55.20	8.16
Deneysel (N=20)	67.35	4.42
$t(38) = 5.856, p < 0.05$		

Not: Maksimum puan = 88

Sonuçlar son Laboratuvar Anketi puanlarında deneysel grup ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olduğunu gösterdi. Deneysel grup Laboratuvar Anketinden

Tablo-4: Son Laboratuvar Anketi Chi-square Analizi Sonuçları

Grup	Nadiren Olur	Bazen Olur	Genellikle Olur	Çok Sık Olur
1- Öğrenciler laboratuvar föyündeki talimatları adım adım takip ederler.				
K	1	1	13	5
D	1	4	15	0
$X^2 = 6.943, p > .05$				
2- Laboratuvar aktiviteleri bilimsel kavramları geliştirmek için kullanılır.				
K	0	2	6	12
D	0	1	10	9
$X^2 = 1.762, p > .05$				
3- Öğrenciler laboratuvar aktivitelerinden çıkan sonuçları tartışmak için öğretmenle bir araya gelirler.				
K	1	6	9	4
D	0	0	4	16
$X^2 = 16.123, p < .05$				
4- Öğrencilerden kendi deneylerini dizayn etmeleri istenir.				
K	7	0	7	6
D	1	1	6	12
$X^2 = 7.577, p > .05$				
5- Araştırılacak problemi öğretmen belirler.				
K	0	2	4	14
D	1	3	5	11
$X^2 = 1.671, p > .05$				
6- Laboratuvar aktiviteleri öğrencilerin bilimsel problemleri çözmelerini gerektirir.				
K	3	8	7	2
D	3	4	9	4
$X^2 = 2.250, p > .05$				
7- Öğretmen veya laboratuvar föyü öğrencilerin belirli şeylerin niçin olduğunu açıklamalarını ister.				
K	0	4	10	6
D	0	0	10	10
$X^2 = 5.000, p > .05$				
8- Laboratuvar aktiviteleri öğrencilerin kimyadaki teknik becerilerini geliştirir.				
K	0	1	9	10
D	0	0	5	15
$X^2 = 3.143, p > .05$				
9- Öğretmen veya laboratuvar föyü öğrencilerin sonuçlarını desteklemek için deliller kullanmalarını gerektirir.				
K	1	6	9	4
D	0	1	8	11
$X^2 = 7.897, p < .05$				
10- Öğrenciler elde ettikleri verileri ve sonuçları birbirleriyle tartışır.				
K	4	9	3	4
D	0	2	9	9
$X^2 = 13.378, p < .05$				
11- Öğretmen veya laboratuvar föyü öğrencilerden gözledikleri olaylara alternatif açıklamalar sunmalarını ister.				
K	5	3	10	2
D	0	2	12	6
$X^2 = 7.382, p > .05$				



Tablo-4 (Devamı): Son Laboratuvar Anketi Chi-square Analizi Sonuçları

Grup	Nadiren Olur	Bazen Olur	Genellikle Olur	Çok Sık Olur
12- Araştırılacak problemi öğrenciler belirler.				
K	18	1	1	0
D	12	5	2	1
$X^2 = 5.200, p > .05$				
13- Öğretmen laboratuvarında öğrencilerin çalışmasının doğruluğunu belirler.				
K	3	5	9	3
D	0	1	12	7
$X^2 = 7.695, p > .05$				
14- Öğretmenle yapılan tartışmalarda öğrenciler elde ettikleri verileri ve ulaştıkları sonuçları ortaya koyarlar.				
K	0	5	9	6
D	0	1	5	14
$X^2 = 7.010, p < .05$				
15- Öğrenciler genellikle laboratuvar aktivitesini yapmadan önce aktivitenin genel sonucunu bilirler.				
K	2	12	5	1
D	4	5	11	0
$X^2 = 6.799, p > .05$				
16- Her laboratuvar aktivitesi önceki aktivitelere bağlıdır.				
K	6	8	6	0
D	3	15	1	1
$X^2 = 7.702, p > .05$				
17- Laboratuvarında öğrenciler bir problemi çözmek amacıyla bir metot dizayn etmek için birlikte çalışırlar.				
K	8	2	6	4
D	0	0	10	10
$X^2 = 13.571, p < .05$				
18- Öğretmen elde edilen verilerin doğruluğuyla ilgilenir.				
K	3	5	7	5
D	0	3	10	7
$X^2 = 4.363, p > .05$				
19- Laboratuvar raporları verilerin yorumlanmasını gerektirir.				
K	1	2	8	9
D	0	0	5	15
$X^2 = 5.192, p > .05$				
20- Laboratuvarında öğretmen bütün sınıfa ders anlatır.				
K	2	2	10	6
D	2	3	5	10
$X^2 = 2.867, p > .05$				
21- Öğrenciler gözledikleri olaylar için kendi açıklamalarını önerirler.				
K	0	9	8	3
D	0	1	13	6
$X^2 = 8.590, p < .05$				
22- Öğretmen öğrencilere küçük gruplarda bilgi verir.				
K	7	8	4	1
D	1	2	4	13
$X^2 = 18.386, p < .05$				

anlamli olarak daha yuiksek puan aldı. Verilerin analizi deney ve kontrol gruplarında sırasıyla yapılandırıcı ve geleneksel dogrulama metotlarının ozelliklerini yansıtacak şekilde uygulandığını ağığa çıkardı.

Ayrıca, deney ve kontrol grubundaki oğrencilerin Laboratuvar Anketindeki cevaplarını daha ayrıntılı bir şekilde incelemek için chi-square analizi yapıldı. Chi-square analizinin sonuçları Tablo-4'de gösterilmiştir. 3, 9, 10, 14, 17, 21 ve 22. maddelerde gözlenen ve beklenen frekanslar arasında anlamlı bir fark vardı. Bütün bu maddeler yapılandırıcı oğretim metodunun ozelliklerini yansıtıyordu ve deneysel gruptaki oğrenciler kontrol grubundaki oğrencilere kıyasla bu maddelerde belirtilen olayların daha sık olduğunu bildirdiler. Her iki metodun ozelliklerini yansıtan 2, 6, 7, 8 ve 19. maddelerde gruplar arasında anlamlı bir fark yoktu. Diğer maddelerde iki grup tarafından verilen cevaplar arasında anlamlı farklar yoktu. Ancak, kontrol grubundaki oğrenciler dogrulama metodunun ozelliklerini yansıtan maddelerdeki ifadelerin laboratuvarlarında daha sık olduğunu bildirdiler. Chi-square analizi sonuçları da deney ve kontrol gruplarında sırasıyla yapılandırıcı ve geleneksel dogrulama metotlarının ozelliklerini yansıtacak şekilde uygulandığını ağığa çıkardı.

### **Hipotez 1**

Genel kimya laboratuvarlarında yapılandırıcı metotla eğitim verilen oğrenciler ile geleneksel dogrulama metoduyla eğitim verilen oğrencilerin başarıları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Bu hipotezi test etmek amacıyla; oğrencilerin ön LT, MDT ve KBT puanları kovaryat olarak kullanılarak LT ile ölçülen başarıları üzerine kullanılan oğretim yönteminin etkisini belirlemek için ANCOVA analizi yapıldı. ANCOVA analizinin sonuçları Tablo-5'te gösterilmiştir.

Analiz sonuçları, son Laboratuvar Testi ile ölçülen başarı açısından yapılandırıcı metotla eğitim gören deney grubu ve doğrulama metoduyla eğitim gören kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olduğunu gösterdi.

Tablo-5: Deneysel grup ve kontrol grubunun son Laboratuvar Testi puanları ile ilgili ANCOVA analizi sonuçları.

		$\Sigma X^2$	SD	$\bar{X}^2$	F	p
Yöntem		51,858	1	51,858	5,094	,030
Kovaryatlar	Ön LT	8,278E-02	1	8,278E-02	0,008	,929
	MDT	3,803E-02	1	3,803E-02	,004	,952
	KBT	77,088	1	77,088	7,572	,009

Deney ve kontrol grubunun son Laboratuvar Testi puanları incelendiğinde yapılandırıcı metotla eğitim gören deney grubunun anlamlı olarak daha başarılı olduğu görüldü. Hipotez 1 reddedildi. Deney ve kontrol gruplarının ön ve son LT puanları Tablo-6'da gösterilmiştir.

Tablo-6: Laboratuvar Testi Puanları

	Kontrol		Deneysel	
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS
Öntest	10.15	3.33	12.05	3.47
Sontest	13.20	3.61	16.30	3.57
Fark (son-ilk)	3.05	4.03	4.25	4.27

Not: Maksimum puan = 25

## Hipotez 2

Genel kimya laboratuvarlarında yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin kavramsal değişimleri arasında anlamlı bir fark yoktur.

Bu hipotezi test etmek amacıyla; öğrencilerin ön KT, MDT ve KBT puanları kovaryat olarak kullanılarak KT ile ölçülen kavramsal değişimleri üzerine kullanılan öğretim yönteminin etkisini belirlemek için ANCOVA analizi yapıldı. ANCOVA analizinin sonuçları Tablo-7'de gösterilmiştir.

Tablo-7: Deneysel grup ve kontrol grubunun son Kavram Testi puanları ile ilgili ANCOVA analizi sonuçları.

		$\Sigma X^2$	SD	$\bar{X}^2$	F	p
	Yöntem	717,372	1	717,372	31,969	,000
Kovaryatlar	Ön KT	536,001	1	536,001	23,886	,000
	MDT	11,031	1	11,031	,492	,488
	KBT	36,430	1	36,430	1,623	,211

Analiz sonuçları, son Kavram Testi ile ölçülen kavramsal değişimde yapılandırıcı metotla eğitim gören deney grubu ve doğrulama metoduyla eğitim gören kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olduğunu gösterdi. Deney ve kontrol grubunun son kavram testi puanları incelendiğinde yapılandırıcı metotla eğitim gören deney grubunun anlamlı olarak daha başarılı olduğu görüldü. Hipotez 2 reddedildi. Deney ve kontrol gruplarının ön ve son KT puanları Tablo-8'de gösterilmiştir.

Tablo-8: Kavram Testi Ortalama Puanları

	Kontrol		Deneysel	
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS
Öntest	15.35	6.07	17.05	5.72
Sontest	19.90	4.82	30.30	7.71
Fark (son-ilk)	4.55	4.83	13.25	5.19

Ayrıca, öğretim yöntemlerinin kavramsal değişim üzerine etkisini daha ayrıntılı bir şekilde incelemek amacıyla, Kavram Testinde yer alan her kavram bir önerme şeklinde ifade edildi. Daha sonra deney ve kontrol grupları için Kavram Testi ile değerlendirilen her kavrama ilişkin I- çalışmanın başlangıcında ve sonunda doğru kavrama sahip olan öğrencilerin, II- çalışmanın başlangıcında yanlış bir kavrama sahipken çalışmanın sonunda doğru kavrama sahip olan öğrencilerin ve III- çalışmanın başlangıcında ve sonunda yanlış bir kavrama sahip olan öğrencilerin frekansları belirlendi. Örneğin, 1. kavramla (*Maddelerin buhar basınçları ve kaynama noktaları arasında ters orantılı bir ilişki vardır.*) ilgili olarak kontrol grubunda öğrencilerin %25'i eğitimden önce ve sonra doğru bir kavrama sahipti, %25'i yanlış bir ön kavramı doğru kavramla değiştirdi ve %50'si eğitimden önce ve sonra yanlış bir kavrama sahipti. Kavramsal değişim frekansları ile ilgili sonuçlar Tablo-9'da gösterilmiştir.

Kavramsal değişim ile ilgili frekanslar incelendiğinde, yapılandırıcı laboratuvar eğitimi metodunun genel olarak kavramsal değişim meydana getirmede daha etkili olduğu görüldü. Buna karşın, buhar basıncı konusuyla ilgili 3. (*Buharlaşma her sıcaklıkta meydana gelebilir.*) ve 4. (*Sıvıların buhar basınçları sıvının yüzey alanına ve madde miktarına bağlı değildir.*) kavramlarda kontrol grubu daha fazla kavramsal değişim gösterdi. Bunun nedeni yapılandırıcı yaklaşımla eğitim verilen deneysel grupta buhar basıncı konusuyla ilgili laboratuvar aktivitesinin kavramsal değişim meydana getirmede yetersiz olması olabilir. Ayrıca, reaksiyon hızı ile ilgili 15 (*Sıcaklık; ekzotermik veya endotermik bütün reaksiyonların hızını artırır.*) ve 16. (*Madde derişimi azaldıkça reaksiyon hızı azalır.*) kavramlarda her iki grupta da kavramsal değişim yüzdesi çok küçüktü. Bunun nedeni ise öğrencilerin reaksiyon hızı ile kimyasal denge kavramlarını karıştırmaları olabilir. Bu sonuç, reaksiyon hızı ve kimyasal denge ile ilgili yanlış kavramları ortaya koyan çalışmalarla uyusmaktadır (BouJaoude, 1993).

Tablo-9: Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin kavramsal değişim frekanslarının karşılaştırılması.

I- Doğru ön kavram - doğru son kavram		II- Yanlış ön kavram- doğru son kavram		III- Yanlış ön kavram - yanlış son kavram	
KG	DG	KG	DG	KG	DG
1. Maddelerin buhar basınçları ve kaynama noktaları arasında ters orantılı bir ilişki vardır.					
5 (%25)	7 (%35)	5 (%25)	8 (%40)	10 (%50)	5 (%25)
2. Sıvıların buhar basınçları madde miktarına bağlı değildir.					
13 (%65)	13 (%65)	3 (%15)	7 (%35)	4 (%20)	0 (%0)
3. Buharlaşma her sıcaklıkta meydana gelebilir.					
10 (%50)	8 (%40)	9 (%45)	7 (%35)	1 (%5)	5 (%25)
4. Sıvıların buhar basınçları sıvının yüzey alanına ve madde miktarına bağlı değildir.					
8 (%40)	10 (%50)	10 (%50)	6 (%30)	2 (%10)	4 (%20)
5. Çözücünün buharlaştırılması doygun çözeltilerde çözünen maddenin derişimini değiştirmez.					
10 (%50)	12 (%60)	5 (%25)	6 (%30)	5 (%25)	2 (%10)
6. Çözünme, çözücü ve çözünen maddelerinin tanecikleri arasındaki etkileşimin büyüklüğüne bağlıdır.					
8 (%40)	7 (%35)	3 (%15)	7 (%35)	9 (%45)	6 (%30)
7. Çözünme, çözücü ve çözünen maddelerinin tanecikleri arasındaki etkileşimin büyüklüğüne bağlıdır.					
6 (%30)	5 (%25)	6 (%30)	9 (%45)	8 (%40)	6 (%30)
8. Bir hidratın su kaybetmesi maddenin kütesinin azaldığı kimyasal bir değişimdir.					
15 (%75)	12 (%60)	3 (%15)	7 (%35)	2 (%10)	1 (%5)
9. Hidratlar belirli oranlarda su içerirler.					
5 (%25)	5 (%25)	4 (%20)	11 (%55)	11 (%55)	4 (%20)
10. Bir kimyasal reaksiyon sonunda, maddelerin kütleleri toplamı ve reaksiyonda yer alan atomların türleri ve sayısı korunur.					
11 (%55)	14 (%70)	7 (%35)	5 (%25)	2 (%10)	1 (%5)
11. Kapalı bir sistemde bir madde hal değiştirdiğinde maddenin yoğunluğu değişir.					
17 (%85)	18 (%90)	3 (%15)	2 (%10)	0 (%0)	0 (%0)
12. Aynı sıcaklık değişiminin meydana gelmesi için daha uzun süre ısıtılan maddeler daha fazla ısı alırlar.					
9 (%45)	12 (%60)	4 (%20)	7 (%35)	7 (%35)	1 (%5)
13. Zayıf asitler suda çözüldüklerinde %100'den daha az iyonlaşırlar.					
7 (%35)	3 (%15)	7 (%35)	10 (%50)	6 (%30)	7 (%35)
14. Kuvvetli asit ve bazlar elektriği iyi iletirler, asitler mavi turnusolu kırmızıya çevirirler ve Mg metaliyle etkileşerek hidrojen gazı çıkarırlar.					
13 (%65)	16 (%80)	5 (%25)	3 (%15)	2 (%10)	1 (%5)
15. Sıcaklık; ekzotermik veya endotermik bütün reaksiyonların hızını artırır.					
0 (%0)	0 (%0)	1 (%5)	3 (%15)	19 (%95)	17 (%85)
16. Madde derişimi azaldıkça reaksiyon hızı azalır.					
2 (%10)	2 (%10)	3 (%15)	6 (%30)	15 (%75)	12 (%60)

Tablo-9(Devamı): Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin kavramsal değişim frekanslarının karşılaştırılması.

<i>17. Dengedeki bir sisteme dışarıdan bir etki yapıldığında denge bu etkiyi azaltacak yönde hareket eder.</i>					
2 (%10)	1 (%5)	1 (%5)	12 (%60)	17 (%85)	7 (%35)
<i>18. Tepkimenin ekzotermik veya endotermik olmasına bağlı olarak sıcaklık denge sabitinin sayısal değerini değiştirir.</i>					
6 (%30)	5 (%25)	9 (%45)	12 (%60)	5 (%25)	3 (%15)
<i>19. Denge sabitinin sayısal değerinin büyüklüğü dengede yer alan türlerin derişimleri oranını ifade eder.</i>					
3 (%15)	1 (%5)	13 (%65)	14 (%70)	4 (%20)	5 (%25)
<i>20. Denge sabiti sadece sıcaklıkla değişir.</i>					
4 (%20)	3 (%15)	9 (%45)	11 (%55)	7 (%35)	6 (%30)
<i>21. Bir elektrokimyasal pilde elektronlar elektrotları birbirine bağlayan telden geçerek anottan katoda gider.</i>					
3 (%15)	2 (%10)	6 (%30)	12 (%60)	11 (%55)	6 (%30)
<i>22. Elektrolit çözeltilerin elektriği iletmesi çözeltideki pozitif ve negatif yüklü iyonların hareketinden kaynaklanır.</i>					
2 (%10)	2 (%10)	1 (%5)	10 (%50)	17 (%85)	8 (%40)
<i>23. Metallerin aktiflikleri arasındaki fark büyüdükçe o metallere oluşturulacak elektrokimyasal pilin pil potansiyeli de büyür.</i>					
2 (%10)	3 (%15)	0 (%0)	12 (%60)	18 (%90)	5 (%25)

### Hipotez 3

Genel kimya laboratuvarlarında yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Bu hipotezi test etmek amacıyla; deney ve kontrol gruplarının son Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum ve Algılama Testinin tutum ölçeğinden aldıkları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek için t-testi kullanıldı. t-testinin sonuçları Tablo-10'da gösterilmiştir.

Tablo-10: TAT, Tutum Ölçeği t-testi Sonuçları

Grup	$\bar{X}$	SS
Kontrol (N=20)	45.55	5.11
DeneySEL (N=20)	45.80	4.80
$t(38) = 1.59, p > 0.05$		

Not: Maksimum puan = 55

t-testi sonuçları öğrencilerin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumları üzerine yapılandırıcı metot ve geleneksel doğrulama metodunun etkileri arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi. Hipotez 3 kabul edildi.

Ayrıca, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin TAT tutum ölçeğindeki her maddeye verdiği cevaplardaki olası farklılıkları incelemek için, TAT tutum ölçeğinde her maddedeki ifade için katılma yüzdeleri belirlendi. Bu çalışmanın amaçları doğrultusunda ölçekteki "Tamamen Katılıyorum" ve "Katılıyorum" kategorileri "Katılıyorum" kategorisi altında, "Katılmıyorum" ve "Hiç Katılmıyorum" kategorileri "Katılmıyorum" kategorisi altında birleştirildi. Sonuçlar Tablo-11'de gösterilmiştir. Yapılan chi-square analizi, iki grubun tutum ölçeğindeki 11 maddeye verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi.

Chi-square analizi sonucunda öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun, laboratuvar eğitiminden önce ve sonra, fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumlarının pozitif olduğu görüldü. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu kimyayı ilginç ve zevkli bulduklarını, fen derslerini sevdiklerini, laboratuvarında çalışmaktan zevk aldıklarını, kimyadaki konuların daha iyi anlaşılması için laboratuvarında çalışmayı gerekli gördüklerini ve laboratuvara ayrılan ders saatlerinin daha fazla olmasını istediklerini bildirdiler. Hem deney hem de kontrol grubunda öğrencilerin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumları laboratuvar eğitimi sonucunda önemli ölçüde değişmedi.



Tablo-11: TAT Tutum Ölçeğindeki Maddelere Katılma Yüzdeleri

	Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum	
	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
1- Kimyayı ilginç ve zevkli buluyorum.						
Kontrol	0	5	15	5	85	90
Deney	5	0	10	5	85	95
2- Kimya laboratuvarları sıkıcıdır.						
Kontrol	90	90	10	10	0	0
Deney	65	100	30	0	5	0
3- Fen derslerini genellikle severim.						
Kontrol	10	20	15	20	75	60
Deney	5	5	20	25	75	70
4- Kimya derslerini görmekten memnunum.						
Kontrol	0	0	10	10	90	90
Deney	0	0	5	5	95	95
5- Bilimsel problemlere çözüm bulmak için laboratuvarda çalışmaktan zevk alırım.						
Kontrol	0	0	5	5	95	95
Deney	5	0	25	10	70	90
6- Genellikle, fen dersleri beni düşünmeye ve sorgulamaya teşvik eder.						
Kontrol	0	0	15	25	85	75
Deney	5	5	10	5	85	90
7- Kimyadaki konuların daha iyi anlaşılması için laboratuvarda çalışmanın gerekli olduğuna inanıyorum.						
Kontrol	0	0	5	0	95	100
Deney	5	0	10	0	85	100
8- Laboratuvarda geçen saatlerin yararsız ve boşa geçen saatler olduğunu düşünüyorum.						
Kontrol	100	100	0	0	0	0
Deney	80	100	10	0	10	0
9- Kimya konuları hakkında daha çok şey öğrenmek isterim.						
Kontrol	0	0	10	5	90	95
Deney	5	0	5	15	90	85
10- Laboratuvara ayrılan ders saatlerinin daha fazla olmasını isterim.						
Kontrol	5	0	30	20	65	80
Deney	5	0	35	35	60	65
11- Laboratuvar dersine zevkle girerim.						
Kontrol	0	0	20	5	80	95
Deney	5	0	10	5	85	95

#### Hipotez 4

Genel kimya laboratuvarlarında yapılandırıcı metotla eğitim verilen öğrenciler ile geleneksel doğrulama metoduyla eğitim verilen öğrencilerin bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Bu hipotezi test etmek amacıyla; deney ve kontrol gruplarının son Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum ve Algılama Testinin algılama ölçeğinden aldıkları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek için t-testi kullanıldı. t-testinin sonuçları Tablo-12'de gösterilmiştir.

Tablo-12: TAT, Algılama Ölçeği t-testi Sonuçları

Grup	$\bar{X}$	SS
Kontrol (N=20)	52.30	4.27
DeneySEL (N=20)	53.25	3.89
$t(38) = 0.736, p > 0.05$		

Not: Maksimum puan = 70

t-testi sonuçları öğrencilerin bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları üzerine yapılandırıcı metot ve geleneksel doğrulama metodunun etkileri arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi. Hipotez 4 kabul edildi.

Ayrıca, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin TAT algılama ölçeğindeki her maddeye verdiği cevaplardaki olası farklılıkları incelemek için, TAT algılama ölçeğinde her maddedeki ifade için katılma yüzdeleri belirlendi. Bu çalışmanın amaçları doğrultusunda ölçekteki "Tamamen Katılıyorum" ve "Katılıyorum" kategorileri "Katılıyorum" kategorisi altında, "Katılmıyorum" ve "Hiç Katılmıyorum" kategorileri "Katılmıyorum" kategorisi altında birleştirildi. Sonuçlar Tablo-13'de gösterilmiştir. Yapılan chi-square analizi, iki grubun algılama

ölçeğindeki 14 maddeye verdikleri cevaplar arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi.

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu, bilimin doğasını anlayabilmek için laboratuvarında deney yapmanın gerekli olduğuna, icat etme ve buluş yapmanın bilimde başlıca aktiviteler olduğuna, fen bilimlerinde mantıklı düşünmenin çok önemli olduğuna, fen bilimlerinin en iyi diğer öğrencilerle etkileşerek laboratuvarında öğrenileceğine, bilim hakkındaki bilgilerin diğer öğrencilerle tartışma ve iddialaşma sonucunda değişebileceğine ve bilim adamlarının birbirini eleştirmesinin bilimin ilerlemesini engellemeyeceğine katıldı. Bütün bu ifadeler yapılandırıcı bir görüşü yansıtıyordu. Buna karşın, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu, öğrencilerin fen laboratuvarlarında yeni sorulara cevap aramak yerine bilinen gerçekleri doğruladığına ve fen bilimlerinde bir olayın daima yalnız bir doğru açıklaması olduğuna katıldı. Hem deney hem de kontrol grubunda öğrencilerin bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları laboratuvar eğitimi sonucunda önemli ölçüde değişmedi.

### **Hipotez 5**

Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin başarıları üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo-5'te gösterilen deneysel grup ve kontrol grubunun son Laboratuvar Testi puanları ile ilgili ANCOVA analizi sonuçları, öğrencilerin MDT ile ölçülen mantıksal düşünme yeteneklerinin laboratuvar başarılarına anlamlı bir etkisinin olmadığını gösterdi. Hipotez 5 kabul edildi.



Tablo-13: TAT Algılama Ölçeğindeki Maddelere Katılma Yüzdeleri

	Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum	
	Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
<b>12- Kimya konuları doğal olayların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur.</b>						
Kontrol	0	0	10	15	90	85
Deney	5	0	5	0	90	100
<b>13- Kimyanın günlük yaşantıda çok önemli bir yeri vardır.</b>						
Kontrol	0	0	10	5	90	95
Deney	10	0	15	0	75	100
<b>14- Laboratuvarda kimya ile ilgili yeni bilgi öğrendiğime inanmıyorum.</b>						
Kontrol	50	55	15	25	35	20
Deney	60	65	20	5	20	30
<b>15- Bilimin doğasını anlayabilmek için laboratuvarda deney yapmanın gerekli olduğuna inanıyorum.</b>						
Kontrol	0	5	0	10	100	85
Deney	5	0	5	0	90	100
<b>16- İcat etme ve buluş yapma bilimde başlıca aktivitelerdir.</b>						
Kontrol	10	0	0	15	90	85
Deney	10	5	10	15	20	80
<b>17- Fen bilimlerinde mantıklı düşünme çok önemlidir.</b>						
Kontrol	0	0	0	0	100	100
Deney	0	0	5	5	95	95
<b>18- Bilimsel çalışmalar sonucunda doğa ile ilgili birtakım gerçeklere ulaşılır.</b>						
Kontrol	0	0	5	10	95	90
Deney	5	0	0	5	95	95
<b>19- Öğretmenler yanlış anlamaları düzelterek ve soruları cevaplandırarak fen öğrenmede önemli bir rol oynamalıdır.</b>						
Kontrol	0	0	5	10	95	90
Deney	0	0	0	10	100	90
<b>20- Fen bilimleri en iyi diğer öğrencilerle etkileşerek laboratuvarda öğrenilir.</b>						
Kontrol	5	0	40	40	55	60
Deney	10	0	30	10	60	90
<b>21- Bilim hakkındaki bilgilerimiz diğer öğrencilerle tartışma ve iddialaşma sonucunda değişebilir.</b>						
Kontrol	10	20	25	45	65	35
Deney	15	10	10	25	75	65
<b>22- Öğrenciler fen laboratuvarlarında genellikle yeni sorulara cevap aramak yerine bilinen gerçekleri doğrularlar.</b>						
Kontrol	20	10	20	15	60	75
Deney	15	5	15	10	70	85
<b>23- Fen bilimlerinde, bir olayın daima yalnız bir doğru açıklaması vardır.</b>						
Kontrol	45	10	20	40	35	50
Deney	30	15	10	25	60	60
<b>24- Bilimin esas amacı, daha önce keşfedilenleri doğrulamak ve ispatlamaktır.</b>						
Kontrol	70	60	10	20	20	20
Deney	80	65	20	20	0	15
<b>25- Bilim adamlarının birbirini eleştirmesi bilimin ilerlemesini engeller.</b>						
Kontrol	90	80	5	10	5	10
Deney	85	75	5	5	10	20

### Hipotez 6

Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin kavramsal değişimleri üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo-7'de gösterilen deneysel grup ve kontrol grubunun son Kavram Testi puanları ile ilgili ANCOVA analizi sonuçları, öğrencilerin MDT ile ölçülen mantıksal düşünme yeteneklerinin kavramsal değişimleri üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığını gösterdi. Hipotez 6 kabul edildi.

### Hipotez 7

Öğrencilerin ön kimya bilgilerinin başarıları üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo-5'te gösterilen deneysel grup ve kontrol grubunun son Laboratuvar Testi puanları ile ilgili ANCOVA analizi sonuçları, öğrencilerin KBT ile ölçülen ön kimya bilgilerinin laboratuvar başarılarına anlamlı bir katkısının olduğunu gösterdi. Tablo-14'te gösterilen farklı ön kimya bilgisi düzeylerindeki öğrencilerin son LT puanları da incelendiğinde ön kimya bilgisi yüksek olan öğrencilerin laboratuvar başarılarının anlamlı olarak daha iyi olduğu görüldü. Hipotez 7 reddedildi.

Tablo-14: Farklı Ön Kimya Bilgisi Düzeylerindeki Öğrencilerin Ortalama Son Laboratuvar Testi Puanları

Grup	Düşük	Orta	Yüksek
Kontrol	11.78	13.50	15.40
Deneysel	15.25	15.11	18.43

Not: Maksimum puan = 25

## **Hipotez 8**

Öğrencilerin ön kimya bilgilerinin kavramsal değişimleri üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo-7'de gösterilen deneysel grup ve kontrol grubunun son Kavram Testi puanları ile ilgili ANCOVA analizi sonuçları, öğrencilerin KBT ile ölçülen ön kimya bilgilerinin kavramsal değişimlerine anlamlı bir etkisinin olmadığını gösterdi. Hipotez 8 kabul edildi.

## **5.2. Çıkarımlar**

Bu çalışmanın bulguları ışığında laboratuvar eğitimi ile ilgili aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir:

1. Kavramsal bütünleşme, rehberli soruşturma olayları, kavramsal değişim için rehberlik ve sosyal etkileşimle karakterize edilen yapılandırıcı metot genel kimya laboratuvarlarında öğrencilerin başarılarını anlamlı olarak daha fazla artırır.
2. Kavramsal bütünleşme, rehberli soruşturma olayları, kavramsal değişim için rehberlik ve sosyal etkileşimle karakterize edilen yapılandırıcı metot genel kimya laboratuvarlarında kavramsal değişim meydana getirmede daha etkilidir.
3. Kavramsal bütünleşme, rehberli soruşturma olayları, kavramsal değişim için rehberlik ve sosyal etkileşimle karakterize edilen yapılandırıcı metot genel kimya laboratuvarlarında mantıksal düşünme yeteneği ne olursa olsun bütün öğrenciler için

başarıyı artırmada ve kavramsal değişim meydana getirmede anlamlı olarak daha etkilidir.

4. Öğrencilerin tutum ve algılamaları değişime direnç gösterir ve kullanılan öğretim yönteminden bağımsız olarak sekiz hafta gibi kısa bir sürede öğrencilerin tutum ve algılamalarını değiştirmek zordur.



## **6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER**

### **6.1. Sonuçların Tartışılması**

Bu çalışmanın amacı, genel kimya laboratuvarında üniversite öğrencilerinin başarıları, kavramsal değişimleri ve de tutum ve algılamaları üzerine geleneksel doğrulama metoduna kıyasla yapılandırıcı (constructivist) eğitim metodunun etkisini test etmektir.

Bu çalışmanın nihai amacı ise öğrenciler arasında başarıyı artırmak, kavramsal değişimi kolaylaştırmak, pozitif bir tutum geliştirmek ve yapılandırıcı düşünmeyi teşvik etmek için hangi eğitimsel metodun kullanılabileceğini belirlemektir.

#### **6.1.1. Başarı**

Daha önce belirtildiği gibi, Laboratuvar Testi çalışmanın başlangıcında bütün öğrencilere uygulandı ve sonuçlar deney ve kontrol gruplarının ön test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi. Yani, çalışmadaki sekiz laboratuvar aktivitesinde kapsanan kavram ve prensiplerle ilgili beyansal ve işlemsel bilgi başarısı açısından iki grup arasında çalışmanın başlangıcında anlamlı bir fark yoktu.

Sonuçlar, sekiz laboratuvar aktivitesinin tamamlanmasından sonra yapılandırıcı metotla eğitim gören öğrencilerin beyansal ve işlemsel bilgi başarısının



anlamli olarak daha yuksek oldugunu gosterdi. Ogrencilerin basariharina MDT ile olcülen mantiksal dusünme yeteneklerinin anlamli bir etkisi yoktu. Buna karşın, ogrencilerin ön kimya bilgilerinin basariharina anlamli bir katkisının olduğu görüldü. Her iki grupta da ön kimya bilgisi yuksek olan ogrencilerin basariharı da yuksekti. KBT'de yer alan bazı sorular çalışmada kullanılan sekiz laboratuvar aktivitesi ile ilgili beyansal ve işlemsel bilgilerle ilişkilidi, bu nedenle her iki grupta da ön kimya bilgisi yuksek olan ogrencilerin basariharının da yuksek olması ve ön kimya bilgisinin başarıya katkisının anlamli olması anlaşılabilir.

Bu sonuclar, çalışmanın teorik temelleriyle ve de kavramların bütünleşmesini gösterdiğinde (Prankraties, 1987), rehberli soruşturma olaylarını içerdüğinde (Raghubir, 1979), kavramsal değişim için rehberlik yapıldığında (Veath, 1988) ve sosyal etkileşim desteklendiğinde (Smith, Hinckley ve Volk, 1991) laboratuvar eğitiminin başarıyı daha fazla artırdığını gösteren çalışmalarla uyum içindedir.

### **6.1.2. Kavramsal Değişim**

Çalışmanın başlangıcında bütün ogrencilere uygulanan Kavram Testi sonucları deney ve kontrol gruplarının ön test ortalama puanları arasında anlamli bir fark olmadığını gösterdi.

Sonuclar, sekiz laboratuvar aktivitesinin tamamlanmasından sonra yapılandırıcı metotla eğitim gören ogrencilerde anlamli olarak daha fazla kavramsal değişim meydana geldiğini gösterdi. Ayrıca, ogrencilerin ön kimya bilgilerinin ve mantiksal düşünme yeteneklerinin kavramsal değişimlerine anlamli bir katkisının olmadığı görüldü. Bu sonuclardan, yapılandırıcı öğretim metodunun kavramsal değişimi artırmada farklı mantiksal düşünme yeteneklerine sahip ogrencilerin tümü için faydalı bir öğretim metodu olduğu söylenebilir.

Bu sonuçlar, çalışmanın teorik temelleriyle ve de laboratuvarında kullanılan öğretim metodu iç ve dış kavram bütünleşmesi, kavramsal değişimi kolaylaştırmak için rehberlik, rehberli soruşturma olayları ve sosyal etkileşim öğelerini içerdiğinde öğrencilerde daha fazla kavramsal değişimin meydana getirilebileceğini gösteren çalışmalarla (Cullen, 1983; Feldsine, 1987; Raghbir, 1979; Smith, Hinckley ve Volk, 1991; Veath, 1988) uyum içindedir.

### 6.1.3. Tutum ve Algılama

Çalışmanın başlangıcında bütün öğrencilere Fen, Kimya ve Laboratuvara karşı Tutum ve Algılama Testi uygulandı. Sonuçlar testin hem tutum hem de algılama ölçeğinde deney ve kontrol gruplarının ön test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi.

Laboratuvar programının tamamlanmasından sonra TAT bütün öğrencilere son test olarak uygulandı. t-testi sonuçları ve chi-square analizi iki grubun tutum ve algılamaları arasında anlamlı bir fark olmadığını gösterdi. Ayrıca, her iki gruptaki öğrencilerin çalışmanın başlangıcında ve sonunda fen, kimya ve laboratuvara karşı pozitif bir tutum içinde oldukları ve bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamayla ilgili yapılandırıcı bir görüşe sahip oldukları görüldü. Çalışmada kullanılan her iki öğretim yöntemi de öğrencilerin tutum ve algılamalarını anlamlı olarak etkilemedi.

Laboratuvar programının sonunda öğrencilerin tutum ve algılamalarının değişmemesi birkaç şekilde açıklanabilir. Öğrencilerin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumları ve bilimi ve bilim öğrenme yollarını algılamaları en az on bir yıllık bir eğitimin sonucunda oluştu. Böyle uzun bir sürede gelişen tutum ve algılamaların değişmesi de uzun bir zaman alacaktır. Çalışmanın süresi öğrencilerin tutum ve algılamalarını etkilemek için yetersiz olabilir. Ayrıca, öğrencilerin tutumları ile ilgili

araştırmalar öğrenci tutumlarının değişime dirençli olduğunu göstermiştir (Blosser, 1984; Shrigley, Koballa ve Simpson, 1988).

## 6.2. Öneriler

1. Farklı laboratuvar aktivitelerini içeren genel kimya laboratuvarlarında yapılandırıcı öğretim metodunun öğrencilerin başarıları, kavramsal değişimleri, tutum ve algılamaları üzerine etkisini ortaya çıkarmak için benzer çalışmalar yapılmalıdır.
2. Diğer kimya laboratuvarlarında yapılandırıcı öğretim metodunun öğrencilerin başarıları, kavramsal değişimleri, tutum ve algılamaları üzerine etkisini ortaya çıkarmak için benzer çalışmalar yapılmalıdır.
3. Kimya dışındaki diğer bilim dallarında laboratuvarlarda yapılandırıcı öğretim metodunun öğrencilerin başarıları, kavramsal değişimleri, tutum ve algılamaları üzerine etkisini ortaya çıkarmak için benzer çalışmalar yapılmalıdır.
4. Genel kimya laboratuvarlarında yapılandırıcı öğretim metodunun öğrencilerin başarıları, kavramsal değişimleri, tutum ve algılamaları üzerine etkisi daha büyük bir örneklem kullanılarak araştırılmalıdır.
5. Genel kimya laboratuvarlarında yapılandırıcı öğretim metodunun öğrencilerin başarıları, kavramsal değişimleri, tutum ve algılamaları üzerine etkisi geleneksel doğrulama metodu dışında diğer metotlarla karşılaştırılmalıdır.

## KAYNAKÇA

ABRAHAM, Michael R. (1982). *A descriptive instrument for use in investigating science laboratories*. **Journal of Research in Science Teaching**, 19(2), 155-165.

ABRAHAM, Michael R. ve Micahel J. PAVELICH (1999). **Inquiries into Chemistry** (3rd ed.). Illinois: Waveland Press, Inc.

ABRAHAM, Michael R. ve diğeri (1997). *The nature and state of general chemistry laboratory courses offered by colleges and universities in the united states*. **Journal of Chemical Education**, 74(5), 591-594.

AIKENHEAD, G.S. (1988). *An analysis of four ways of assessing students beliefs about STS topics*. **Journal of Research in Science Teaching**, 25(8), 607-629.

ANDERSON, C.W. ve E.L. SMITH (1987). *Teaching science*. V. Richardson-Koehler (Ed.), **Educator's Handbook: A Research Perspective**. New York: Longman.

ANDERSON, O. Roger (1976). **The Experience of Science: A New Perspective for Laboratory Teaching**. New York: Columbia University, Teachers College Press.

ARANSON, D.T. ve Leslie J. BRIGGS (1983). *Contributions of Gagne and Briggs to a prescriptive model of instruction*. Charles M. REIGELUTH (Ed.), **Instructional-Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

ARNAUDIN, G.W.; J.J. MINTZES, C.S. DUNN ve T.H. SHAFER (1984). *Concept mapping in college science teaching*. **Journal of College Science Teaching**, 13, 117-121.

AUSUBEL, David P. (1968). **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston.

AUSUBEL, David P. ve F.G. ROBINSON (1972). **School Learning: An Introduction to Educational Psychology**. London: Holt, Rinehart and Winston.

AUSUBEL, David P.; Joseph D. NOVAK ve Helen HANESIAN (1978). **Educational Psychology: A Cognitive View**. (2nd ed.). New York: Holt, Rinehart, and Winston.

BATES, G.C. (1978). *The role of the laboratory in secondary school science programs*. In M.B. ROWE (Ed.), **What Research Says to the Science Teacher** (v.1, 55-82). Washington, D.C.: National Science Teachers Association.

BLOSSER, Patricia E. (1984). **Attitude Research in Science Education**. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics & Environmental Education.

BODNER, George M. (1986). *Constructivism: A theory of knowledge*. **Journal of Chemical Education**, 63(10), 873-878.

BODOLUS, James E. (1986). *The use of a concept mapping strategy to facilitate meaningful learning for ninth grade students in science*. **Dissertation Abstracts International**, 47/09, 3387A.

BOUJAOUDE, Saouma (1993). *Students' systematic errors when solving kinetic and chemical equilibrium problems*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 361 196).

BOWEN, Craig W. ve Diane M. BUNCE (1997). *Testing for conceptual understanding in general chemistry*. **Chemical Educator**, 2(2).

BROATHEN, P.C. ve Peter W. HEWSON (1988). *A case study of prior knowledge, learning approach and conceptual change in an introductory college chemistry tutorial program*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching.

BRUNER, Jerome S. (1966). **Toward a Theory of Instruction**. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

CHAMPAGNE Audrey B. ve Leslie E. HORNIG (1987). *Practical Applications of theories about learning*. CHAMPAGNE Audrey B. ve Leslie E. HORNIG (Eds.), **Students and Science Learning**. Washington DC: AAAS.

CHAMPAGNE, Audrey B.; Leopold E. KLOPFER ve John H.ANDERSON (1980). *Factors influencing the learning of classical mechanics*. **American Journal of Physics**, 48, 1074-1079.

CHAMPAGNE, Audrey B.; Leopold E. KLOPFER; Alphonse T. DESENA ve David A. SQUIRES (1981). *Structural representations of students' knowledge before and after science instruction*. **Journal of Research in Science Teaching**, 18(2), 97-111.

COLLETTE, A. T. (1973). **Science Teaching in the Secondary Schools**, Boston: Allyn and Bacon, Inc.

COLLINS, Allan (1987). *A sample dialogue based on a theory of inquiry teaching*. Charles M. REIGELUTH (Ed.), **Instructional Theories in Action: Lessons Illustrating Selected Theories and Models**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

COLLINS, Allan ve Albert L. STEVENS (1983). *A Cognitive Theory of Inquiry Teaching*. Charles M. REIGELUTH (Ed.), **Instructional-Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

CULLEN, J.F. (1983). *Concept learning and problem solving: The use of the entropy concept in college teaching*. **Dissertation Abstracts International**, 44, 1747A.

DOMIN, Daniel S. (1999). *A content analysis of general chemistry laboratory manuals for evidence of higher-order cognitive tasks*. **Journal of Chemical Education**, 76(1), 109-112.

DOMIN, Daniel S. (1999). *A review of laboratory instruction styles*. **Journal of Chemical Education**, 76(4), 543-547.

DRIVER, Rosalind (1983). **The Pupil as Scientist?** Philadelphia: Open University Press.

DRIVER, Rosalind ve Beverley BELL (1986). *Students' thinking and the learning of science: A constructivist view*. **The School Science Review**, 67(240), 443-456.

DRIVER, Rosalind ve G. ERICKSON (1983). *Theories in actions: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science*. **Studies in Science Education**, 10, 37-60.

DRIVER, Rosalind ve Jack EASLEY (1978). *Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students*. **Studies in Science Education**, 5, 61-84.

ELLIS, Arthur B. ve diğerleri (2000). *Concept Tests*. University of Wisconsin Board of Regents. (<http://www.chem.wisc.edu/~concept/>)

ERICKSON, Gaalen L. (1979). *Children's conceptions of heat and temperature*. **Science Education**, (63)2, 221-230.

FELDSINE, John E. (1987). *The construction of concept maps facilitates the learning of general college chemistry: A case study*. **Dissertation Abstracts International**, 48/09, 2301A-2302A.

FIX, William T. ve John W. RENNER (1979). *Chemistry and the experiment in the secondary schools*. **Journal of Chemical Education**, 56(11), 737-740

FOSNOT, C.T. (1988). *The Dance of Education*. Paper presented at the annual meeting of the Association of Educational Communications and Technology, New Orleans.

GAGNE, Robert M. (1985). **The Conditions of Learning and Theory of Instruction**. New York: Holt, Rinehart & Winston.

GAGNE, Robert M. ve Leslie J. BRIGGS (1979). **Principles of Instructional Design**. New York: Holt, Rinehart and Winston.



GALLAGHER, Jeanette M. ve D. Kim REID (1981). **Learning Theory of Piaget and Inhelder**. Brooks/Cole. Monterey, CA.

GAY, Lorraine R. (1981). **Educational Research: Competencies for Analysis and Application**. Columbus, Ohio: Merrill Publishing Co.

GENNARO, Eugene D. (1981). Assessing junior high students' understanding of density and solubility. *School Science and Mathematics*, 81(5), 399-404.

GILBERT, John K.; Roger J. OSBORNE ve Peter J. FENSHAM (1982). *Children's science and its consequences for teaching*. **Science Education**, 66(4), 623-633.

GOGOLIN, Luanne ve Fred SWARTZ (1992). *A quantitative and qualitative inquiry into the attitudes toward science of nonscience college students*. **Journal of Research in Science Teaching**, 29(5), 487-504.

GUNSTONE, Richard F. ve Audrey B. CHAMPAGNE (1990). *Promoting conceptual change in the laboratory*. Elizabeth Hegarty-Hazel (Ed.), **The Student Laboratory and the Science Curriculum**. Routledge: London.

GURLEY, Laine I. (1982). *Use of Gowin's vee and concept mapping strategies to teach students responsibility for learning in high school biological sciences*. **Dissertation Abstracts International**, 43/04, 1026A.

HASAN, Omar E. (1985). *An Investigation into Factors Affecting Attitudes toward Science of Secondary School Students in Jordan*. **Science Education**, 69(1), 3-18.

HAWKINS, David (1995). *Constructivism: Some history*. Peter FENSHAM (Ed.), **The Content of Science: A Constructivist Approach to Its Teaching and Learning**. Falmer Press.

HEGARTY-HAZEL, Elizabeth (1986). *Research on laboratory work*. BOUD, David; Jeffrey DUNN ve Elizabeth HEGARTY-HAZEL, **Teaching in Laboratories**. SRHE & NFER-NELSON.

HEWSON, Peter W. ve M. G. A'B. HEWSON (1988). *An appropriate conception of teaching science: A view from studies of science learning*. **Science Education**, 72(5), 597-614.

HOFSTEIN, Avi (1988). *Practical work and science education*. Peter FENSHAM (Ed.), **Development and Dilemmas in Science Education**. New York: Falmer Press.

HOFSTEIN, Avi ve Vincent N. LUNETTA (1982). *The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research*. **Review of Educational Research**, 52(2), 201-217.

HOFSTEIN, Avi; N. MAOZ ve Moshe RISHPON (1990). *Attitudes towards School Science: A Comparison of Participants and Nonparticipants in Extracurricular Science Activities*. **School Science and Mathematics**, 90(1), 13-22.

HOUNSHELL, R. (1987). *Research on laboratory work in science education*. **Science Education**, 71, 351-355.

HOWE, Ann C. (1984). *Pupil Behavior and Motivation in Eighth Grade Science. Research Matters...to the Science Teacher*. Washington, DC: National Association for Research in Science Teaching.

JOHNSON, David W.; Roger T. JOHNSON ve Geoffrey MARUYAMA, 1983. *Interdependence and interpersonal attraction among heterogeneous and homogeneous individuals: A theoretical formulation and a meta-analysis of the research*. **Review of Educational Research**, 53(1), 5-54.

JOHNSON, David W.; Roger T. JOHNSON ve L. SCOTT (1978). *The effects of cooperative and individualized instruction on student attitudes and achievement*. **Journal of Social Psychology**, 104, 207-216.

JOHNSON, Roger T. ve David W. JOHNSON (1986). Encouraging Student/Student Interaction. **Research Matters...to the Science Teacher**. Washington, DC: National Association for Research in Science Teaching.

KARPLUS, Robert (1977). *Science Teaching and the Development of Reasoning*. **Journal of Research in Science Teaching**, 14(2) 169-175.

KELLER, John M. (1979). *Motivation and Instructional Design: A Theoretical Perspective*. **Journal of Instructional Development**, 2(4),26-34.

KELLER, John M. (1983). *Motivational design of instruction*. Charles M. REIGELUTH (Ed.), **Instructional-Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

LAMBA, Ram; Shiva SHARMA ve Baird W. LLOYD (1997). *Constructing chemical concepts through a study of metals and metal ions*. **Journal of Chemical Education**, 74(9), 1095-1099.

LEHMAN, James D.; Charlotte CARTER ve Jane Butler KAHLE (1985). *Concept mapping, vee mapping, and achievement: results of a field study with black high school students*. **Journal of Research in Science Teaching**, 22, 663-673.

LEHMAN, Jeffrey R. (1990). *Students' verbal interactions during chemistry laboratories*. **School Science and Mathematics**, 90(2), 142-150.

LEWIS, N. S. H. (1987). *A case study of the effects of concrete experiences on the problem solving ability of tenth grade students*. **Dissertation Abstracts International**, 47, 2983A.

LINN, M. C. (1986). *Science*. Ronna F. DILLON ve Robert J. STERNBERG (Eds.), **Cognition and Instruction**. San Diego, CA: Academic Press.

LORD, T. (1994). *Using constructivism to enhance student learning in college biology*. **Journal of College Science Teaching**, 23, 346-348.

LUNETTA, Vincent N. ve Pinchas TAMIR (1979). *Matching lab activities with teaching goals*. **Science Teacher**, 46(5), 22-24.

MCCORMACK, Alan J., ve Robert E. YAGER (1989). *A New Taxonomy of Science Education*. **Science Teacher**, 56(2), 47-48.

MERRITT, Margaret V.; Marilyn J. SCHNEIDER ve Jeanne A. DARLINGTON (1993). *Experimental design in the general chemistry laboratory*. **Journal of Chemical Education**, 70(8), 660-662

MOREIRA, Marco A. (1977). *An Ausubelian approach to physics instruction: An experiment in an introductory college course in electromagnetism*. **Dissertation Abstracts International**, 38, 5378A.

NOVAK, Joseph D. (1977). **A Theory of Education**. Ithaca, New York: Cornell University Press.

NOVAK, Joseph D. (1979). *Implication for teaching of research on learning*. M.B. ROWE (Ed.), **What Research Says to the Science Teacher**. Volume 2. Washington, D.C.: National Science Teachers Association.

NOVAK, Joseph D. (1984). *Application of advances in learning theory and philosophy of science to the improvement of chemistry teaching*. **Journal of Chemical Education**, 61(7), 607-612.

NOVAK, Joseph D. ve D. Bob GOWIN (1984). **Learning How to Learn**. Cambridge: Cambridge University Press.

NOVAK, Joseph D.; D. Bob GOWIN ve Gerard T. JOHANSEN (1983). *The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students*. **Science Education**, 67(5), 625-645.

OLAREWAJU, Adedayo O. (1987). *Relative Effects of Hierarchical versus Non-hierarchical Learning Tasks on Students' Achievement in Biology*. **Research in Science and Technological Education**, 5(1), 17-24.

OSBORNE, Roger J. ve John K. GILBERT (1980). *A Technique for Exploring Students' Views of the World*. **Physics Education**, 15(6), 376-79.

OSBORNE, Roger J.; Beverley F. BELL ve John K. GILBERT (1983). *Science teaching and children's views of the world*. **European Journal of Science Education**, 5(1), 1-14.

PAVELICH, Michael J. ve Michael R. ABRAHAM (1979). *An inquiry format laboratory program for general chemistry*. **Journal of Chemical Education**, 56(2), 100-103.

PICKERING, Miles (1987). *What Goes on in Students' Heads in Lab?* **Journal of Chemical Education**, 64(6), 521-523.

POSNER, George J.; Kenneth A. STRIKE, Peter W. HEWSON ve William A. GERTZOG (1982). *Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change*. **Science Education**, 66(2) 211-227.

RAGHUBIR, Karran P. (1979). *The laboratory-investigative approach to science instruction*. **Journal of Research in Science Teaching**, 16(1) 13-17.

RATHS, Louis E.; Selma WASSERMANN; Arthur JONAS ve Arnold M. ROTHSTEIN (1986). **Teaching for Thinking: Theory, Strategies, and Activities for the Classroom**. Teachers College, Columbia University: New York.

REIGELUTH, Charles M. (1983). *Instructional design: What is it and why is it?* Charles M. REIGELUTH (Ed.), **Instructional-Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

REIGELUTH, Charles M. (1987). *Introduction*. Charles M. REIGELUTH (Ed.), **Instructional Theories in Action: Lessons Illustrating Selected Theories and Models**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

RICHARDSON, W. S. ve Richard F. JONES (1987). *Demonstration of vapor pressure*. **Journal of Chemical Education**, 64(11), 968-969.

ROGAN, John M. (1988). *Conceptual mapping as a diagnostic aid*. **School Science and Mathematics**, 88(1), 50-59.

ROTH, Wolff-Michael (1990). *Map Your Way to a Better Lab*. **Science Teacher**, 57(4), 30-34.

SANGER, Michael J. ve Thomas J. GREENBOWE (1997). *Students' Misconceptions in Electrochemistry: Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge*. **Journal of Chemical Education**, 74(7), 819-823.

SHARAN, Shlomo (1980). *Cooperative Learning in Small Groups: Recent Methods and Effects on Achievement, Attitudes, and Ethnic Relations*. **Review of Educational Research**, 50(2), 241-271.

SHRIGLEY, Robert L.; Thomas R. KOBALLA ve R. D. SIMPSON (1988). *Defining Attitude for Science Educators*. **Journal of Research in Science Teaching**, 25(8), 659-678.

SHULMAN, L.D. ve Pinchas TAMIR (1973). *Research on teaching in the natural sciences*. In R.M.W. Travers (Ed.), **Second Handbook of Research on Teaching**. Chicago: Rand McNally.

SLAVIN, Robert E. (1987). *Small group methods*. M. J. DUNKIN (Ed.), **The Encyclopedia of Teaching and Teacher Education**. New York: Pergamon Press.

SMITH, Kimberly J. ve Patricia A. METZ (1996). *Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations*. **Journal of Chemical Education**, 73(3), 233.

SMITH, Mark E.; C. C. HINCKLEY ve G. L. VOLK (1991). *Cooperative learning in the undergraduate laboratory*. **Journal of Chemical Education**, 68(5), 413-415

SOMER, Güler ve diğerleri (1997). **Genel Kimya Deneyleri**. Bizim Büro Basımevi: Ankara.

STAVY, Ruth ve Baruch BERKOVITZ (1980). *Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature*. **Science Education**, 64(5), 679-692.

STEWART, B. Y. (1988). *The surprise element of a student-designed laboratory experiment*. **Journal of College Science Teaching**, 17, 269-270.

SUMMERLIN, Lee R. ve James L. EALY, Jr. (1995). **Chemical Demonstrations**. Washington, DC: American Chemical Society.

TAMIR, Pinchas (1977). *How are the laboratories used?* **Journal of Research in Science Teaching**, 14(4), 311-316.

TOBIN, K., & GALLAGHER, J.J. (1987). *What happens in high school science classrooms?* **Journal of Curriculum Studies**, 19(6), 549-560.



TOBIN, Kenneth (1987). *Secondary science laboratory activities*. **European Journal of Science Education**, 8, 199-211.

TOBIN, Kenneth (1990). *Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning*. **School Science and Mathematics**, 90(5), 403-418.

TOBIN, Kenneth G. ve William CAPIE (1981). *The development and validation of a group test of logical thinking*. **Educational and Psychological Measurement**, 41(2), 413-424.

VEATH, Maxine L. (1988). *Comparing the effects of different laboratory approaches in bringing about a conceptual change in the understanding of physics by university students*. **Dissertation Abstracts International**, 49/10, 2987A.

VERMONT, Dolores F. (1984). *Comparative effectiveness of instructional strategies on developing the chemical mole concept*. **Dissertation Abstracts International**, 45/08, 2473A.

Von GLASERSFELD, Ernst (1995). **Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning**. Falmer Press. Taylor & Francis Inc.

WEBB, Noreen M. (1982). *Student interaction and learning in small groups*. **Review of Educational Research**, 52(3), 421-445.

WHEATLEY, John H. (1975). *Evaluating cognitive learnings in the college laboratory*. **Journal of Research in Science Teaching**, 12(2), 101-109.

ZINGARO, J. ve A. COLLETTE (1968). *A statistical comparison between inductive and traditional laboratories in college physical science*. **Journal of Research in Science Teaching**, 5, 269-275.





**EKLER**



**EK-1: KİMYA BİLGİ TESTİ**

## KİMYA BİLGİ TESTİ

Aşağıda kimyanın çeşitli konularını kapsayan 30 adet soru verilmiştir. Bu soruların her birini dikkatlice okuyup doğru olduğunu düşündüğünüz seçeneği size verilen cevap anahtarına işaretleyiniz. İşaretlemelerinizde her soru için yalnızca bir seçeneği işaretlediğinizden emin olunuz.

Başarılar.

- 1-  $^{53}_{24}\text{Cr}^{+3}$  taneciğinde kaç tane proton, elektron ve nötron vardır?
  - a) 24 proton, 29 nötron, 27 elektron
  - b) 24 proton, 26 nötron, 21 elektron
  - c) 24 proton, 29 nötron, 21 elektron
  - d) 29 proton, 24 nötron, 26 elektron
  
- 2-  $2,0 \times 10^{-3}$  mol  $^{18}_8\text{O}^{-2}$ 'de kaç tane elektron vardır?
  - a)  $1,2 \times 10^{21}$
  - b)  $9,6 \times 10^{21}$
  - c)  $1,2 \times 10^{22}$
  - d)  $1,9 \times 10^{22}$
  
- 3- M bir metal ve klorürünün formülü  $\text{MCl}_2$ 'dir. M elementi periyodik tabloda hangi gruptadır?
  - a) IA
  - b) IIA
  - c) VA
  - d) VIIA
  
- 4- Elektron düzenleri:
  - I.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
  - II.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
  - III.  $1s^2 2s^2 2p^6$
 olarak verilen I, II, III elementleri için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
  - a) İlk iyonlaşma enerjisi en düşük element II dir.
  - b) III bir soy gazdır.
  - c) II kararlı bileşiklerinde (+1) değerliklidir.
  - d) II'nin ikinci iyonlaşma enerjisi, III'ün birinci iyonlaşma enerjisine eşittir.
  
- 5- Hidrojen gazıyla dolu bir kabın sıcaklık sabit tutularak hacmi yarıya indirildiğinde gaz için aşağıdakilerden hangisi doğru olur?
  - a) Mol sayısı yarıya düşer.
  - b) Konsantrasyonu iki kat olur.
  - c) Moleküllerinin hızı iki kat olur.
  - d) Moleküllerinin kinetik enerjisi iki kat olur.

- 6- Bir gaz aşağıdaki sıcaklık ve basınç şartlarından hangisinde ideal gaz davranışından en büyük sapmayı gösterir?
- 100°C ve 4 atm
  - 100°C ve 2 atm
  - 100°C ve 4 atm
  - 0°C ve 2 atm
- 7- 6 litre SO<sub>2</sub> ile 9 litre O<sub>2</sub> gazları SO<sub>3</sub> vermek üzere tepkimeye girerse geriye hangi gazdan kaç litre kalır?
- 1,5 litre O<sub>2</sub>
  - 3 litre SO<sub>2</sub>
  - 1,5 litre SO<sub>2</sub>
  - 6 litre O<sub>2</sub>
- 8- Kapalı bir kaptaki 298°K sıcaklıktaki su numunesi buharıyla dengededir. Bu hangi dengeye örnektir?
- Kimyasal denge
  - Faz dengesi
  - Çözelti dengesi
  - Statik denge
- 9-  $A_{2(g)} + 3B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{3(g)} + \text{ısı}$   
Yukarıda verilen denge reaksiyonunun denge sabitini aşağıda verilen değişimlerden hangisi etkiler?
- A<sub>2(g)</sub> konsantrasyonunu artırmak.
  - B<sub>2(g)</sub> konsantrasyonunu azaltmak.
  - Sıcaklığı artırmak.
  - Basıncı azaltmak.
- 10-  $CHCl_3(g) + Cl_2(g) \rightarrow CCl_4(g) + HCl(g)$  reaksiyonunun aşağıdaki mekanizmaya göre yürüdüğü kabul ediliyor:
- $$Cl_2(g) \rightarrow 2Cl(g) \quad \text{hızlı}$$
- $$Cl(g) + CHCl_3(g) \rightarrow HCl(g) + CCl_3(g) \quad \text{yavaş}$$
- $$CCl_3(g) + Cl(g) \rightarrow CCl_4(g) \quad \text{hızlı}$$
- Bu mekanizma ile uyumlu hız eşitliği aşağıdakilerden hangisidir?
- Hız = k [Cl<sub>2</sub>]
  - Hız = k [Cl] [CHCl<sub>3</sub>]
  - Hız = k [Cl<sub>2</sub>] [CHCl<sub>3</sub>]
  - Hız = k [Cl<sub>2</sub>]<sup>1/2</sup> [CHCl<sub>3</sub>]
- 11- Ekzotermik bir reaksiyon için sıcaklıktaki artış ileri ve geri yöndeki reaksiyonları nasıl etkiler?
- |    | <u>İleri reaksiyon hızı</u> | <u>Geri reaksiyon hızı</u> |
|----|-----------------------------|----------------------------|
| a) | Artar                       | Artar                      |
| b) | Artar                       | Azalır                     |
| c) | Azalır                      | Artar                      |
| d) | Artar                       | Aynı kalır                 |

12- Aşağıda verilen sulu çözeltilerden hangisi mavi turnusol kağıdını kırmızıya çevirir?

- a)  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$
- b)  $\text{K}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$
- c)  $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$
- d)  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$

13- pH'ı 5 olan çözeltinin  $\text{OH}^-$  konsantrasyonu nedir?

- a)  $1 \times 10^{-5} \text{ M}$
- b)  $1 \times 10^{-7} \text{ M}$
- c)  $1 \times 10^{-9} \text{ M}$
- d)  $1 \times 10^{-14} \text{ M}$

14-  $\text{HSO}_4^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{s})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$

Yukarıda verilen reaksiyonda hangi türler Bronsted asidi olarak davranmaktadır?

- a)  $\text{HSO}_4^-_{(\text{aq})}$  ve  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
- b)  $\text{HSO}_4^-_{(\text{aq})}$  ve  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{s})}$
- c)  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$  ve  $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$
- d)  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$  ve  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{s})}$

15- 100 mL 0,8 molar NaCl ve 100 mL 0,2 molar  $\text{FeCl}_3$  çözeltileri karıştırılırsa çözeltideki klorür iyonları konsantrasyonu kaç molar olur?

- a) 1,0
- b) 0,8
- c) 0,7
- d) 0,5

16- Aşağıdakilerden hangisi bir katı maddenin çözünürlüğünü etkilemez?

- a) Çözücünün türü
- b) Sıcaklığı yükseltmek
- c) Sıcaklığı düşürmek
- d) Çözününi toz haline getirmek

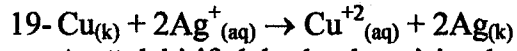
17- 20,00 mL  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  çözeltisi 0,245 M HCl ile titre ediliyor. 27,15 mL HCl harcandığına göre  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  çözeltisinin molaritesi nedir?

- a) 0,166 M
- b) 0,180 M
- c) 0,333 M
- d) 0,666 M

18-  $\text{Fe}_{(\text{k})} + \text{Sn}^{+4}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Fe}^{+2}_{(\text{aq})} + \text{Sn}^{+2}_{(\text{aq})}$

Yukarıdaki reaksiyonda indirgen madde hangisidir?

- a)  $\text{Fe}_{(\text{k})}$
- b)  $\text{Sn}^{+4}_{(\text{aq})}$
- c)  $\text{Fe}^{+2}_{(\text{aq})}$
- d)  $\text{Sn}^{+2}_{(\text{aq})}$



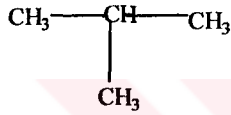
Aşağıdaki ifadelerden hangisi yukarıda verilen reaksiyonda gerçekleşen elektron değişimini gösterir?

- a) 1 mol  $\text{Cu}_{(k)}$  2 mol elektron kaybetmiştir.
- b) 1 mol  $\text{Cu}_{(k)}$  1 mol elektron almıştır.
- c) 2 mol  $\text{Ag}^+_{(aq)}$  2 mol elektron kaybetmiştir.
- d) 2 mol  $\text{Ag}^+_{(aq)}$  1 mol elektron almıştır.

20- Sodyum volframatın formülü  $\text{Na}_2\text{WO}_4$  ve kurşun fosfatın formülü ise  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$  dir. Kurşun volframatın formülü nedir?

- a)  $\text{PbWO}_4$
- b)  $\text{Pb}_2(\text{WO}_4)_3$
- c)  $\text{Pb}_3(\text{WO}_4)_2$
- d)  $\text{Pb}_3(\text{WO}_4)_4$

21- Aşağıdaki bileşiğin izomeri hangisidir?



- a)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$
- b)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- c)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
- d)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$

22- Eten aşağıda genel formülleri verilen hidrokarbon gruplarından hangisinin üyesidir?

- a)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$
- b)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$
- c)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
- d)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$

23-  $\text{CH}_3\text{CHCH}_2$  molekülünde 1 inci ve 2 inci karbonun hibrid türü nedir?

- a)  $\text{sp}^3, \text{sp}$
- b)  $\text{sp}^3, \text{sp}^2$
- c)  $\text{sp}^2, \text{sp}^2$
- d)  $\text{sp}, \text{sp}^2$

24- İki atom arasındaki kimyasal bağ aşağıdakilerden hangisinin sonucu oluşur?

- a) Protonların nötronları çekmesiyle
- b) İki çekirdeğin elektronları çekmesiyle
- c) Atomların valans elektronlarının birbirini itmesiyle
- d) İki çekirdekteki protonların birbirini itmesiyle



25- Soy gazların oda sıcaklığında tek atomlu moleküller halinde bulunmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Değerlik orbitellerinin dolu olması
- b) Erime noktalarının çok düşük olması
- c) İyonlaşma enerjilerinin çok yüksek olması
- d) Kaynama noktalarının çok düşük olması

26- Azot gazının basıncı artırılıp sıcaklığı düşürüldüğünde hangi faz değişikliğinin ilk önce olması daha muhtemeldir?

- a) Buharlaşma
- b) Yoğunlaşma
- c) Kristallenme
- d) Katılaşma

27-  $C_8H_{16}O_4$  bileşiğinin doğru ampirik formülü aşağıdakilerden hangisidir?

- a)  $C_4H_8O_2$
- b)  $C_8H_{16}O_4$
- c)  $C_2H_4O_2$
- d)  $C_2H_4O$

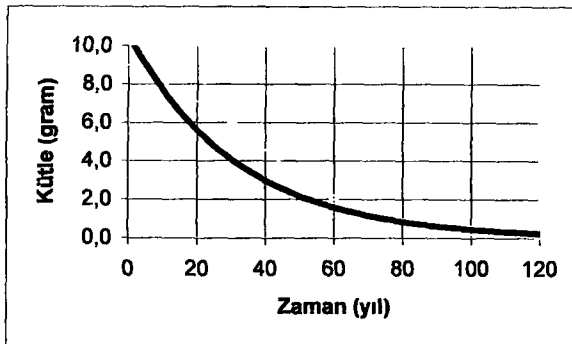
28- Madeni bir paranın yoğunluğunu belirlemek amacıyla yapılan işlemlerden aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Veri Tablosu	
Madeni paranın kütlesi	13,5243 g
Suyun ve madeni paranın hacmi	22,9 mL
Sadece suyun hacmi	22,2 mL

Madeni paranın yoğunluğu nedir?

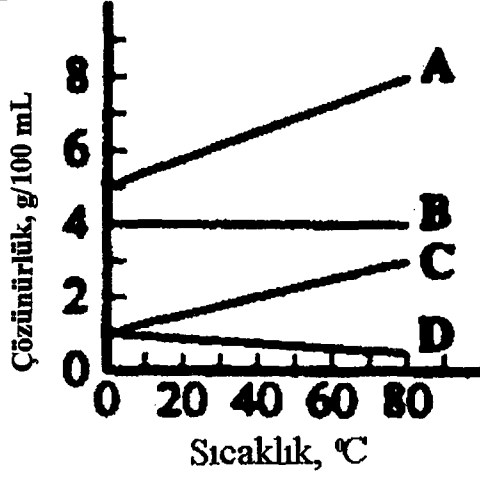
- a) 19,32 g/mL
- b) 19,3 g/mL
- c) 19 g/mL
- d) 20 g/mL

29- Radyoaktif bir izotopun bozunma eğrisi aşağıdaki gibidir. Buna göre izotopun yarı ömrü nedir?



- a) 8 yıl
- b) 30 yıl
- c) 45 yıl
- d) 60 yıl

30-0°C ve 80°C arasındaki sıcaklıklarda birkaç bileşimin sudaki çözünürlüğü aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir. Bir numune 80°C'de suda çözülüp 0°C'ye soğutulursa hangi bileşik en yüksek verimle elde edilebilir?



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D



**EK-2: MANTIKSAL DÜŞÜNME TESTİ**

## MANTIKSAL DÜŞÜNME TESTİ

**AÇIKLAMA:** Bu test, çeşitli alanlarda, özellikle Fen ve Matematik dallarında karşılaşılabileceğiniz 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.

**NOT:** Soru Kitapçığı üzerinde herhangi bir işlem yapmayınız ve cevaplarınızı yalnızca cevap kağıdına yazınız. CEVAP KAĞIDINI doldururken dikkat edilecek hususlardan birisi, 1' den 8' e kadar olan sorularda her soru için cevap kağıdında iki kutu bulunmaktadır. Soldaki ilk kutuya sizce sorunun uygun cevap şikkını yazınız, ikinci kutucuğa yani AÇIKLAMASI yazılı kutucuğa ise o soruyla ilgili soru kitapçığındaki açıklaması kısmındaki şıkları okuyarak sizce en uygun olanı seçiniz. Örneğin 12 inci sorunun cevabı sizce c ise ve açıklaması kısmındaki en uygun açıklama 2 inci şık ise cevap kağıdını aşağıdaki gibi doldurun:

Soru 12 

A	b	<input checked="" type="checkbox"/>	d	e
---	---	-------------------------------------	---	---

 Açıklaması 

1	<input checked="" type="checkbox"/>	3	4	5
---	-------------------------------------	---	---	---

9. ve 10. uncu soruları ise soru kitapçığında bu sorularla ilgili kısımları okurken nasıl cevaplayacağınızı daha iyi anlayacaksınız.

**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.

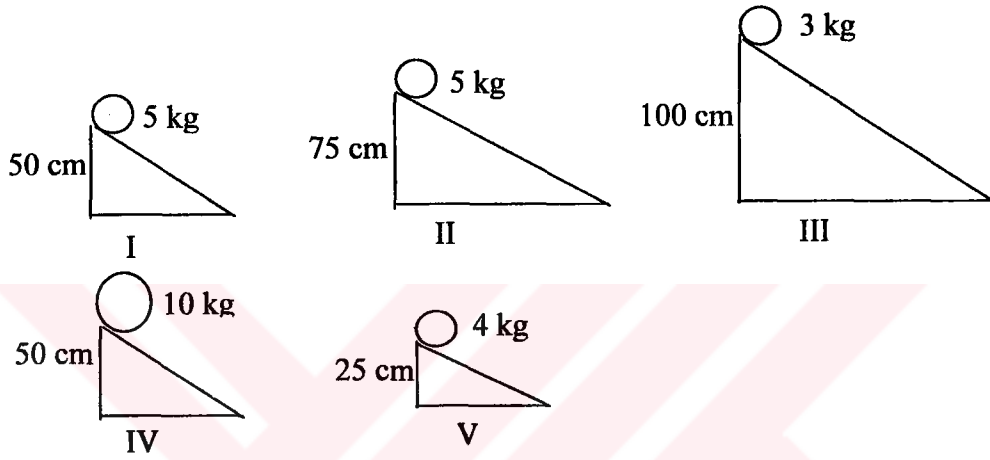
**SORU 2:** On bir odayı boyamak için kaç kutu boya gerekir? (Birinci soruya bakınız)

- 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 düzlemden (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?

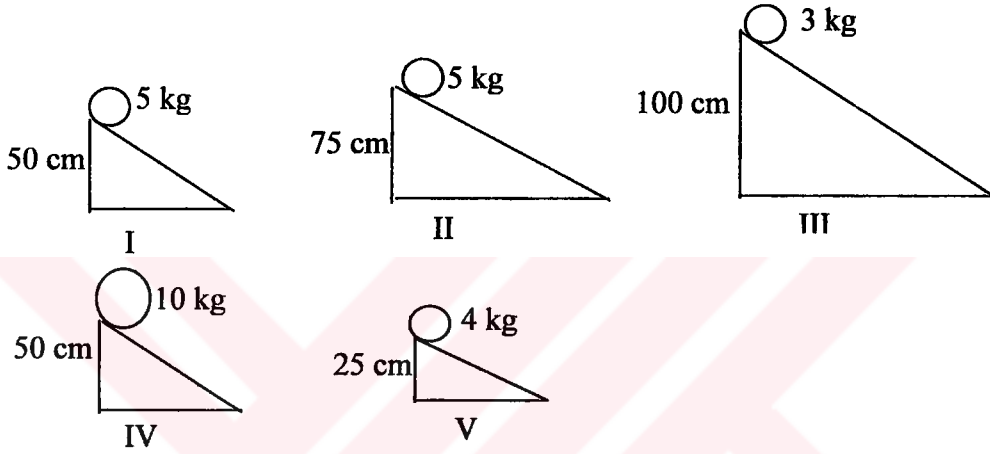


- I ve IV
- III ve IV
- I ve II
- III ve V
- Hepsi

**Açıklaması:**

- En yüksek eğik düzleme (rampa) karşı en alçak olan karşılaştırılmalı.
- Tüm eğik düzlem setleri birbiriyle karşılaştırılmalıdır.
- Yükseklik artıkça topun ağırlığı azalmalıdır.
- Yükseklikler aynı fakat top ağırlıkları farklı olmalıdır.
- 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?



- I ve IV
- III ve IV
- I ve II
- III ve V
- Hepsi

**Açıklaması:**

- En ağır olan top en hafif olan ile kıyaslanmalıdır.
- Tüm eğik düzlem setleri birbiriyle karşılaştırılmalıdır.
- Topun ağırlığı artıkça, yükseklik azaltılmalıdır.
- Ağırlıklar farklı fakat yükseklikler aynı olmalıdır.
- Ağırlıklar aynı fakat yükseklikler farklı olmalıdır.

**SORU 5:** Bir Amerikalı turist bir trende altı kişinin bulunduğu 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. Ard arda 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 hiç biri

**Açıklaması:**

1. Altın, gümüş ve bakırdan yapılan nesnelere arasında 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.



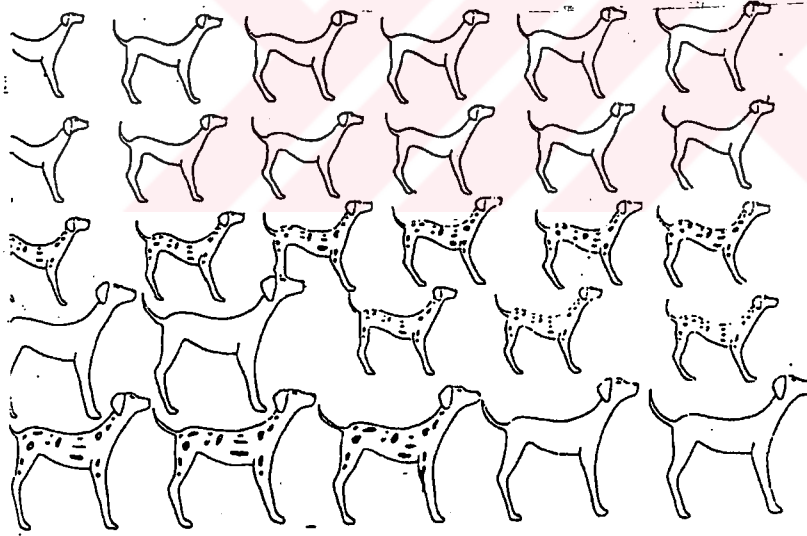
**SORU 7:** Altı yaşındaki Ahmet'in şeker almak için 50 lirası vardır. Bakkaldaki kapalı iki şeker kutusundan birinde 30 adet kırmızı şeker ve 50 adet sarı şeker bulunmaktadır. İkinci bir kutuda ise 20 adet kırmızı ve 30 adet sarı şeker vardır. Ahmet kırmızı şekerleri sevmektedir. Ahmet'in ikinci kutudan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

- a. Evet
- b. Hayır

**Açıklaması:**

1. Birinci kutuda 30, ikincisinde 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 3/7'si ve küçük köpeklerin 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.

<u>Ekmek Çeşitleri</u>	<u>Et Çeşitleri</u>	<u>Sos Çeşitleri</u>
Buğday (B)	Salam (S)	Ketçap (K)
Çavdar (Ç)	Piliç (P)	Mayonez (M)
Yulaf (Y)	Hindi (H)	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 kağıdı üzerinde soruyla ilgili bırakılan boşluklara bütün olası çeşitlerin listesini çıkarın. Cevap kağıdına gereğinden fazla yer bırakılmıştır.

Listeyi hazırlarken ekmek, et ve sos çeşitlerinin yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

**Örnek:** BSK = Buğday, Salam ve Ketçap dan 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 kağıdında bu soruyla ilgili bırakılan boşluklara yazınız.

Cevap kağıdında 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-3: LABORATUVAR TESTİ**

## LABORATUVAR TESTİ

1- Kapalı bir kaptaki sıvının buhar basıncı aşağıdakilerden hangisine veya hangilerine bağlıdır?

- 1- Sıvının sıcaklığı
- 2- Sıvının miktarı
- 3- Sıvının yüzey alanı

- a) Yalnız 1
- b) 1 ve 2
- c) 1 ve 3
- d) 1,2 ve 3

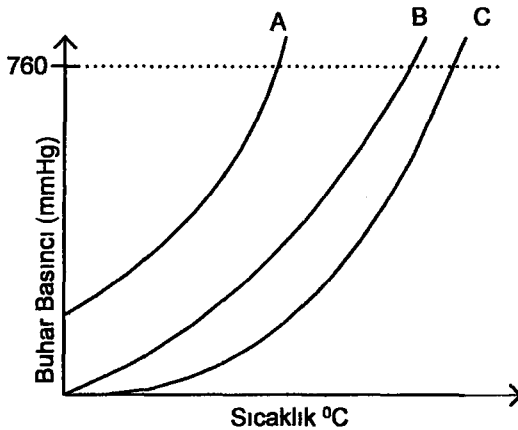
2- Herhangi bir maddenin buhar basıncı, moleküller arası çekim kuvveti ve kaynama noktası arasındaki ilişki aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak gösterilmiştir?

	Buhar basıncı	Moleküller arası çekim kuv.	Kaynama Noktası
a)	Yüksek	Zayıf	Küçük
b)	Yüksek	Kuvvetli	Büyük
c)	Düşük	Zayıf	Büyük
d)	Düşük	Kuvvetli	Küçük

3- Bir sıvının buhar basıncı aşağıdaki aletlerden hangisiyle ölçülür?

- a) Stalagmometre
- b) Barometre
- c) Manometre
- d) Piknometre

4- Aşağıdaki grafikte A, B ve C maddelerinin sıcaklık-buhar basıncı grafikleri verilmiştir. A, B ve C maddelerinin kaynama noktaları sırasıyla  $T_A$ ,  $T_B$  ve  $T_C$  ile gösterilirse bu maddelerin normal kaynama noktaları arasında nasıl bir ilişki vardır?

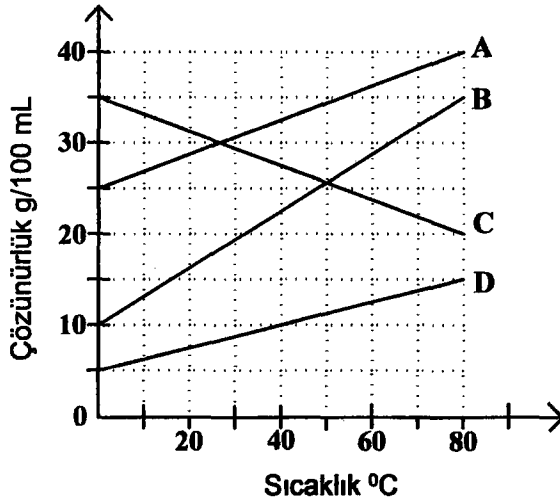


- a)  $T_A = T_B = T_C$
- b)  $T_A > T_B > T_C$
- c)  $T_A < T_B < T_C$
- d)  $T_A < T_B = T_C$

- 5- 100 gram sofr tuzu bir beherdeki sıcaklığı  $50^{\circ}\text{C}$  olan  $200\text{ cm}^3$  suya ekleniyor ve iyice karıştırılıyor. Bir süre sonra bir miktar tuzun çözüldüğü ve bir miktar tuzun çözünmeden beherin dibinde kaldığı görülüyor. Beherin dibinde kalan tuz süzülüyor, kurutuluyor ve tartıldığında kütesinin 26 gram olduğu bulunuyor. Sofra tuzunun  $50^{\circ}\text{C}$ 'de sudaki çözünürlüğü nedir?
- a)  $74\text{ g}/100\text{ cm}^3$   
b)  $37\text{ g}/100\text{ cm}^3$   
c)  $26\text{ g}/100\text{ cm}^3$   
d)  $13\text{ g}/100\text{ cm}^3$
- 6- Sodyum nitratın çözünürlüğü  $100^{\circ}\text{C}$ 'de 100 mL suda 180 gram ve  $26^{\circ}\text{C}$ 'de 100 mL suda 90 gramdır. Sıcaklığı  $100^{\circ}\text{C}$  olan 50 mL doymun sodyum nitrat çözeltisinin sıcaklığı  $26^{\circ}\text{C}$ 'ye düşürülürse ne kadar katı sodyum nitrat çöker?
- a) 90 gram  
b) 50 gram  
c) 45 gram  
d) Sodyum nitrat çökeleği oluşmaz.
- 7- Şap, şeker ve kumun üç farklı çözücüdeki çözünürlükleri aşağıda tablo halinde verilmiştir. Şap, şeker ve kumdan oluşan bir karışımdan şekeri ayırmak için aşağıda verilen işlemlerden hangisi kullanılabilir?

Madde	Çözücüler		
	Su	Etanol	Hekzan
Şap	Çözünür	Çözünmez	Çözünmez
Şeker	Çözünür	Çözünür	Çözünmez
Kum	Çözünmez	Çözünmez	Çözünmez

- a) Karışıma su ekle, karıştır ve süz, sonra süzgeç kağıdında kalan katıyı kurut.  
b) Karışıma etanol ekle, karıştır ve süz, sonra süzgeç kağıdında kalan katıyı kurut.  
c) Karışıma su ekle, karıştır ve süz, sonra beherdeki süzüntüyü buharlaştır.  
d) Karışıma etanol ekle, karıştır ve süz, sonra beherdeki süzüntünün çözücüsünü buharlaştır.
- 8- A, B, C ve D maddelerinin çeşitli sıcaklıklarda sudaki çözünürlüğü aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. A, B, C ve D maddelerinin her birinden 30 gram içeren ve sıcaklığı  $20^{\circ}\text{C}$  olan 100 mililitrelik sulu bir karışımın sıcaklığı  $70^{\circ}\text{C}$ 'ye çıkarılırsa A, B, C ve D maddelerinden hangisi yada hangileri tamamen çözünür?



- a) A ve B  
b) C ve D  
c) Yalnız A  
d) Yalnız C

9- Uygun şartlarda, kalsiyum sülfat bileşiği bir hidrat oluşturur. 3,50 gramlık bir hidrat numunesi sabit kütleyle ısıtıldığında artakalan atığın kütlesi 2,77 gramdır. Bu bilgilere göre kalsiyum sülfat bileşiğinin oluşturduğu hidratın formülü nedir?

- a)  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- b)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- c)  $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- d)  $\text{CaSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

10- Aşağıdaki tablo hidratize bir tuzun 5,0 gramlık numunesinin ısıtılması esnasında toplanan verileri göstermektedir.

Isıtma Zamanı (dakika)	Tuzun Kütlesi (gram)
0	5,0
5	4,1
10	3,1
15	3,0
30	3,0
60	3,0

Hidratize tuzdaki suyun kütlece yüzdesi nedir?

- a) %18
- b) %30
- c) %40
- d) %60

11- Yalnızca C, H ve O içeren bir bileşiğin 2,52 gramı yakıldığında 4,62g  $\text{CO}_2$  ve 1,26g  $\text{H}_2\text{O}$  elde edilmektedir. Bu bileşiğin en basit formülü nedir?

- a)  $\text{C}_3\text{H}_2\text{O}$
- b)  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$
- c)  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$
- d)  $\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_2$

12- Sıcaklığı  $100^\circ\text{C}$  olan 1,0 gram A maddesi bir beherdeki sıcaklığı  $25^\circ\text{C}$  olan 100 mL suya ekleniyor. Aynı işlem ayrı beherlerdeki sıcaklığı  $25^\circ\text{C}$  olan 100 mL su numuneleri kullanılarak B ve C maddeleriyle tekrarlanıyor. A, B ve C maddelerinin spesifik ısı kapasiteleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Madde	Spesifik ısı kapasitesi
A	0,60 J/g $^\circ\text{C}$
B	0,40 J/g $^\circ\text{C}$
C	0,20 J/g $^\circ\text{C}$

A maddesinin eklendiği beherdeki suyun son sıcaklığı  $T_a$ , B maddesinin eklendiği beherdeki suyun son sıcaklığı  $T_b$  ve C maddesinin eklendiği beherdeki suyun son sıcaklığı  $T_c$  ile gösterilirse  $T_a$ ,  $T_b$  ve  $T_c$  arasında nasıl bir ilişki olur?

- a)  $T_c > T_b > T_a$
- b)  $T_b > T_a > T_c$
- c)  $T_a > T_b > T_c$
- d)  $T_a = T_b = T_c$

13- 0,050 mol HCl içeren 50 gram sulu çözelti 0,050 mol NaOH içeren 50 gram sulu çözeltiyle bir kalorimetrede karıştırıldığında oluşan çözeltinin sıcaklığı 21,0°C'den 27,5°C'ye yükseliyor.

$\text{HCl}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(s)} + \text{NaCl}_{(aq)}$  reaksiyonunun standart ısı kapasitesi nedir? (Not: Çözeltinin ısı kapasitesinin saf suyun ısı kapasitesine (4,184 J/ °C gram) çok yakın olduğunu ve kalorimetrenin ısı kapasitesinin ihmal edilebileceğini varsayın)

- a) -54 kJ/mol
- b) -27 kJ/mol
- c) -10,8 kJ/mol
- d) -2,7 kJ/mol

14- I 0,1 M HCl

II 0,1 M Asetik asit ( $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$ )

III 0,1 M NaCl

IV 0,1 M NaOH

Yukarıdaki sulu çözeltilerin pH'ları arasındaki ilişki aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- a)  $\text{pH}_I = \text{pH}_{II} < \text{pH}_{III} < \text{pH}_{IV}$
- b)  $\text{pH}_I = \text{pH}_{II} > \text{pH}_{III} > \text{pH}_{IV}$
- c)  $\text{pH}_I = \text{pH}_{IV} > \text{pH}_{II} > \text{pH}_{III}$
- d)  $\text{pH}_I < \text{pH}_{II} < \text{pH}_{III} < \text{pH}_{IV}$

15- 0,001 M HCl çözeltisinin pOH'ı nedir?

- a) 2
- b) 3
- c) 11
- d) 12

16- Derişimi 0,100 M olan standart bir hidroklorik asit çözeltisi konsantrasyonu bilinmeyen bir baryum hidroksit çözeltisinin konsantrasyonunu belirlemek amacıyla kullanılıyor. 30,0 cm<sup>3</sup> baryum hidroksit çözeltisini nötralleştirmek için 15,0 cm<sup>3</sup> hidroklorik asit çözeltisi gerektiğine göre baryum hidroksit çözeltisinin molaritesi nedir?

- a) 0,0125 M
- b) 0,0250 M
- c) 0,0500 M
- d) 0,2000 M

17- Bir asit-baz titrasyonu yaparken aşağıdaki işlemlerden hangisi deneysel sonuçlarda bir hataya neden olmaz?

- a) Titrasyondan önce hacmi ölçülmüş olan titre edilecek asit numunesine bir miktar su ilave etmek.
- b) Büreti temizleyip suyla çalkaladıktan sonra titrantla çalkalamamak.
- c) Titrasyona başlamadan önce bürettteki hava kabarcıklarını uzaklaştırmamak.
- d) Titrasyonun eşdeğerlik noktasındaki pH'dan oldukça farklı bir pH'da renk değiştiren bir indikatör kullanmak.

18-  $A + 2B \rightarrow C + D$  tepkimesinin başlangıç hızı, A ve B maddelerinin farklı başlangıç derişimleri için belirlenmiştir. Yapılan deneylerin sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Deney	[A], M	[B], M	Başlangıç hızı, M/s
1	0,210	0,115	$6,30 \times 10^{-4}$
2	0,210	0,230	$1,25 \times 10^{-3}$
3	0,420	0,115	$2,51 \times 10^{-3}$
4	0,420	0,230	$5,13 \times 10^{-3}$

Bu reaksiyon için hız eşitliği nedir?

- a)  $k = [A][B]$
- b)  $k = [A]^2[B]$
- c)  $k = [A][B]^2$
- d)  $k = [A]^2[B]^2$

19- Ekzotermik bir reaksiyon için sıcaklıktaki artış ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarını nasıl etkiler?

	<u>İleri reaksiyon hızı</u>	<u>Geri reaksiyon hızı</u>
a)	Artar	Artar
b)	Artar	Azalı
c)	Azalı	Artar
d)	Artar	Aynı kalır

20- Kimyasal olarak dengedeki bir sistemle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- a) Kimyasal olarak dengedeki bir sistemin toplam kütlesi sabittir.
- b) Kimyasal olarak dengedeki bir sistem dengeye yapılan etkileri azaltacak yönde hareket eder.
- c) Kimyasal olarak dengedeki bir sistemde ileri ve geri yöndeki reaksiyonlar aynı hızda olur.
- d) Kimyasal olarak dengedeki bir sistemde girenlerin ve ürünlerin konsantrasyonları zamanla değişir.

21- 0,1 M formik asit (HCOOH) çözeltisinde formik asit %4,16 iyonlaştığına göre formik asidin  $K_a$  sı nedir?

- a)  $1,9 \times 10^{-2}$
- b)  $1,8 \times 10^{-4}$
- c)  $9,0 \times 10^{-5}$
- d)  $4,5 \times 10^{-5}$

22- 2,00 mol NO ve bir miktar  $O_2$  460°C'de 1 litrelik bir kaba konuyor.  $2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$  reaksiyonu dengeye ulaştığında kaptaki  $0,00156$  mol  $O_2$  ve  $0,500$  mol  $NO_2$  olduğuna göre bu sistem için denge sabitinin sayısal değeri nedir?

- a) 4,42
- b) 40,1
- c) 71,2
- d) 214



23- Bir parça çinko metali seyreltik bir asit çözeltisine eklendiğinde hidrojen gazı ve  $Zn^{+2}$  iyonları oluşuyor. Bir parça gümüş metali asit çözeltisine eklendiğinde ise hidrojen gazı açığa çıkmıyor. Bu bilgilere göre aşağıdaki reaksiyonlardan hangisi kendiliğinden olur?

- a)  $H_{2(g)} + Zn^{+2}_{(aq)} \rightarrow 2H^{+}_{(aq)} + Zn_{(k)}$   
 b)  $2Ag_{(k)} + Zn^{+2}_{(aq)} \rightarrow 2Ag^{+}_{(aq)} + Zn_{(k)}$   
 c)  $2Ag^{+}_{(aq)} + Zn_{(k)} \rightarrow 2Ag_{(k)} + Zn^{+2}_{(aq)}$   
 d)  $2Ag_{(k)} + 2H^{+}_{(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + 2Ag^{+}_{(aq)}$

24-

Standart İndirgenme Potansiyelleri, $E^{\circ}$	
$Fe^{+3}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow Fe^{+2}_{(aq)}$	+0,77 V
$Cu^{+2}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow Cu^{+}_{(aq)}$	+0,15 V

Yukarıda verilen standart indirgenme potansiyellerine göre aşağıdaki türlerden hangisi en kuvvetli yükseltgendir?

- a)  $Fe^{+3}$   
 b)  $Fe^{+2}$   
 c)  $Cu^{+2}$   
 d)  $Cu^{+}$

- 25-  $Ag^{+}_{(aq)} + e^{-} \rightarrow Ag_{(k)} \quad E^{\circ} = +0,80 \text{ V}$   
 $Cd^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \rightarrow Cd_{(k)} \quad E^{\circ} = -0,40 \text{ V}$

Yukarıda verilen indirgenme yarı reaksiyonları ve standart indirgenme potansiyelleri göz önüne alındığında Ag ve Cd elektrottan ve ilgili katyon çözeltilerinden yapılacak bir volta pilinde standart şartlarda hangi elektrot anottur ve pil potansiyeli ne olur?

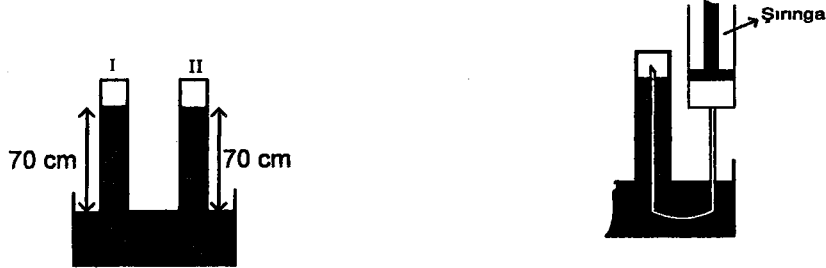
- a) Ag,  $E_{pil} = 0,40 \text{ V}$   
 b) Ag,  $E_{pil} = 2,00 \text{ V}$   
 c) Cd,  $E_{pil} = 1,20 \text{ V}$   
 d) Cd,  $E_{pil} = 2,00 \text{ V}$



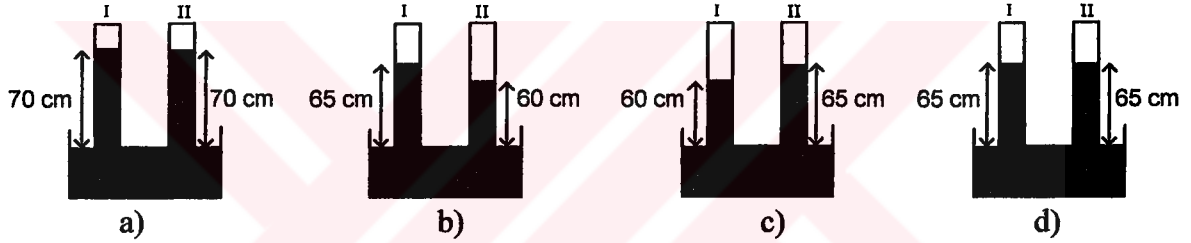
**EK-4: KAVRAM TESTİ**

### KAVRAM TESTİ

- 1- İki özdeş cam boru tamamen cıvayla dolduruluyor ve hiç hava kaçırmayacak şekilde cıvayla dolu bir cam kaptta ters çevriliyor. Cam borulardaki cıva seviyeleri aşağıdaki şekilde görüldüğü gibidir.



- Yukarıda sağdaki şekilde görüldüğü gibi bir şırınga yardımıyla I. cam borunun üstündeki boşluğa 1 mL su, II. cam borunun üstündeki boşluğa ise 1 mL dietil eter konulduğunu varsayın. Cam borulardaki cıva seviyelerinin son halini en iyi şekilde aşağıdaki çizimlerden hangisi gösterebilir? (Not:  $T_{K \text{ Dietil eter}} > T_{K \text{ Su}}$ )



**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

- 2- Kapalı bir erlendeki bir sıvının miktarı iki katına çıkarılırsa son durumda sıvının buhar basıncı hakkında ne söylenebilir?

- a) İki katına çıkar.
- b) Yavaşça artar.
- c) Düşer.
- d) Değişmez.

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

- 3- Aşağıdaki resimde 1 atmosfer dış basınçta sıcaklığı  $110^{\circ}\text{C}$  olan kapalı bir erlendeki su buharı gösterilmiştir. (Not: Erlen içindeki noktalar su moleküllerini simgelemektedir.)



Eğer sıcaklık  $10^{\circ}\text{C}$ 'ye düşürülürse aşağıdaki resimlerden hangisi yeni oluşacak durumu en iyi şekilde gösterir?



a)



b)



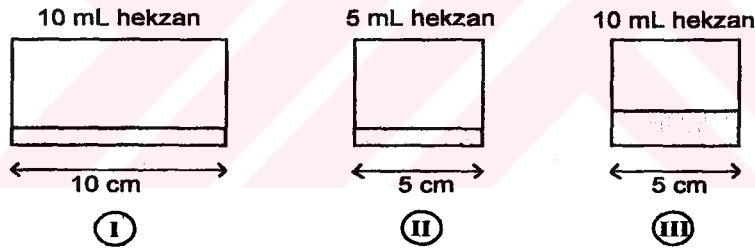
c)



d)

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

4-



Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi I, II ve III kaplarının çapları sırasıyla 10 cm, 5 cm ve 5 cm dir ve her üç kabında yüksekliği eşittir. I, II ve III kaplarına sırasıyla 10 mL, 5 mL ve 10 mL hekzan sıvısı konuyor. I, II ve III kaplarında bulunan sıvıların buhar basınçları  $P_I$ ,  $P_{II}$  ve  $P_{III}$  ile gösterilirse  $P_I$ ,  $P_{II}$  ve  $P_{III}$  arasında nasıl bir ilişki vardır?

- a)  $P_I = P_{II} = P_{III}$   
 b)  $P_I > P_{II} = P_{III}$   
 c)  $P_I = P_{III} > P_{II}$   
 d)  $P_I > P_{III} > P_{II}$

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

5- Bir beherdeki 100 mL suya bir miktar sofratuzu (NaCl) ekleniyor ve karıştırılıyor, bu işleme beherin dibinde bir miktar tuz çözünmeden kalıncaya kadar devam ediliyor. Çözeltinin hacmi 50 mL oluncaya kadar su buharlaştırılırsa çözeltideki tuzun konsantrasyonu ne olur?

- a) Artar.
- b) Azalır.
- c) Değişmez.
- d) Verilen bilgilerle bir şey söylenemez.

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

6- Bir bardak suya bir kaşık tuz atıldığında tuz çözüldüğü halde, bir bardak suya bir kaşık kum atıldığında kum çözünmemektedir. Bu durumu aşağıdaki ifadelerden hangisi yada hangileri açıklamaktadır?

- I- Kum serttir.
- II- Kum iri taneciklidir.
- III- Kumda tanecikler arası etkileşim büyüktür.
- IV- Kum iyonik bir bileşik değildir.

- a) Yalnız III
- b) Yalnız IV
- c) I ve II
- d) Hepsi

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

- 7- I- Benzen + NaCl  
II- Etil alkol + NaCl  
III- Su + NaCl

Yukarıda üç farklı NaCl + çözücü karışımı verilmiştir. NaCl'nin bu karışımlardaki çözünürlükleri arasında nasıl bir ilişki vardır?

- a) I = II = III  
b) I < II = III  
c) I = II < III  
d) I < II < III

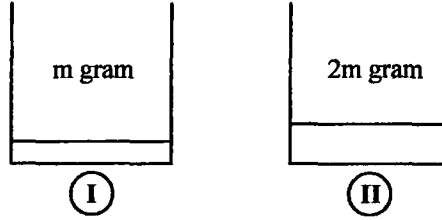
**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

- 8- Mavi renkli kristalin bir katı madde bir deney tüpüne konuyor ve bek aleviyle ısıtılıyor. Isıtıldığında katı maddenin rengi beyaz oluyor ve parlak görünüşü kayboluyor. Ayrıca ısıtma esnasında deney tüpünün iç çeperlerinde şeffaf sıvı damlaları oluşuyor.  
Bu gözlemlere dayanarak aşağıdaki sonuçlardan hangisi çıkarılabilir?

- a) Katı madde fiziksel bir değişime uğramıştır ve katı maddenin kütlesi ısıtmadan önce ve sonra aynıdır.  
b) Katı madde kimyasal bir değişime uğramıştır ve katı maddenin kütlesi ısıtmadan önce ve sonra aynıdır.  
c) Katı madde kimyasal bir değişime uğramıştır ve katı maddenin kütlesi ısıtmadan sonra azalmıştır.  
d) Isıtmadan sonra katı maddenin kütlesi artmıştır.

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

9-



Tamamen özdeş I ve II kabına hidrat suyu içeren  $\text{CaCl}_2$  den sırasıyla  $m$  ve  $2m$  gram konulmuştur. Bu iki kap ısıtılmış ve kapların içeriği tekrar tartılmıştır. I ve II kaplarında bulunan maddelerin kütlelerinin azaldığı görülmüştür. I ve II kaplarındaki maddelerin ilk ve son kütleleri arasındaki oran hakkında ne söylenebilir?

- Birinci kaptaki kütle azalması oranı ikinci kaptaki kütle azalması oranından daha büyüktür.
- İkinci kaptaki kütle azalması oranı birinci kaptaki kütle azalması oranından daha büyüktür.
- Her iki kaptaki kütle azalması oranı birbirine eşittir.
- Verilen bilgilerle oranlar hakkında bir şey söylenemez.

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

10- Aşağıdakilerden hangisi bir kimyasal reaksiyondan önce ve sonra aynı olmalıdır?

- Reaksiyonda yer alan maddelerin kütleleri toplamı
- Reaksiyonda yer alan maddelerin moleküllerinin sayısı
- Reaksiyonda yer alan atomların türleri ve sayısı

- Yalnız I
- Yalnız II
- I ve III
- I, II ve III

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

11- Bir miktar katı karbon dioksit numunesi önce sıvıya sonra gaza dönüşüyor. Karbon dioksit numunesi katıdan gaza dönüştüğünde aşağıdakilerden hangisi değişir?

- a) Kütle değişir.
- b) Yoğunluğu değişir.
- c) Bileşimi değişir.
- d) Kimyasal özellikleri değişir.

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

12- Birbirleriyle özdeş iki farklı kaptaki bulunan 25°C'de 100 mL su ve 25°C'de 100 mL aseton aynı koşullarda aynı hızda ısıtılıyor. 3 dakika sonra asetonun sıcaklığı 50°C oluyor, bundan 2 dakika sonra suyun sıcaklığı da 50°C oluyor. Hangi sıvı 50°C'ye ısıtıldığında daha fazla ısı almıştır?

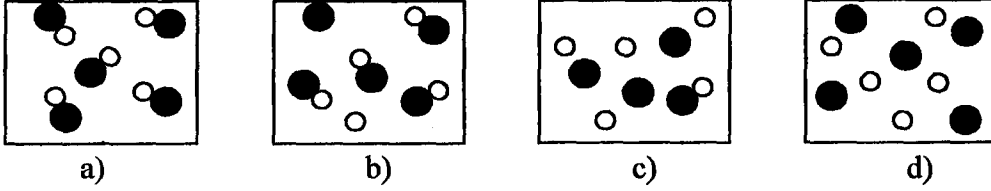
- a) Su
- b) Aseton
- c) Her iki sıvı da aynı miktarda ısı almıştır.
- d) Verilen bilgilerle bir şey söylenemez.

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**



13- Hidroflorik asit zayıf bir asittir. Aşağıdaki mikroskobik gösterimlerden hangisi bir hidroflorik asit çözeltisini en iyi şekilde gösterir?

- siyah küreler  $F^-$  iyonlarını gösterir  
○ beyaz küreler  $H^+$  ( $H_3O^+$ ) iyonlarını gösterir



**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

14- Bir öğrenci etiketi olmayan üç farklı şişedeki asit veya baz olduğundan şüphelendiği çözeltilerin ne olduklarını bulmak istiyor. Bu amaçla I, II ve III şişelerindeki çözeltilerin mavi turnusol kağıdı ve Mg metaliyle etkileşimlerini ve iletkenliklerini inceliyor. Öğrencinin yaptığı gözlemler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Şişe	Elektrik İletkenliği	Mavi Turnusol Kağıdı	Mg Metali
I	Az	Kırmızıya çeviriyor	Gaz çıkışı oluyor
II	Az	Değiştirmiyor	Değişim olmuyor
III	Çok	Kırmızıya çeviriyor	Gaz çıkışı oluyor

Bu gözlemlere dayanarak I, II ve III şişelerindeki çözeltiler hakkında ne söylenebilir?

	I	II	III
a)	Kuvvetli asit	Zayıf asit	Kuvvetli asit
b)	Zayıf asit	Zayıf Baz	Kuvvetli asit
c)	Kuvvetli asit	Kuvvetli Baz	Zayıf asit
d)	Zayıf asit	Zayıf asit	Kuvvetli asit

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**



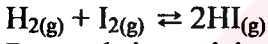
Kapalı bir kaba A ve B gazları konuyor ve yukarıdaki denge kurulması sağlanıyor. Denge sisteminin sıcaklığı artırıldığında aşağıdaki ifadelerden hangisi veya hangileri doğru olur?

- I- İleri yöndeki reaksiyon hızı artar.  
 II- İleri yöndeki reaksiyon hızı azalır.  
 III- Geri yöndeki reaksiyon hızı artar.

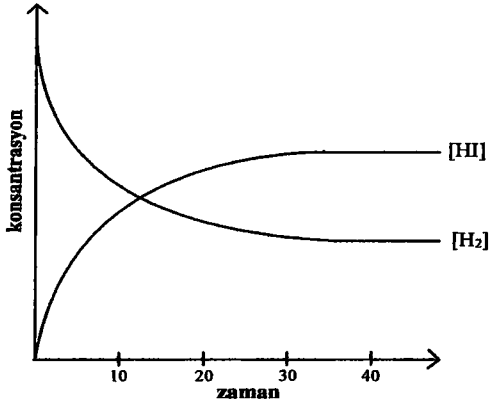
- a) Yalnız I  
 b) Yalnız II  
 c) II ve III  
 d) I ve III

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

16- Kapalı bir kaba  $H_2$  ve  $I_2$  gazları konuyor. Hidrojen iyot arasındaki reaksiyon aşağıdaki gibidir.



Bu reaksiyon için hidrojen ve hidrojen iyodürün konsantrasyonunun zamanla değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir. Başlangıçtaki reaksiyon hızıyla kıyaslandığında 40 saniye sonra ileri yöndeki reaksiyon hızı için ne söylenebilir?



- a) Reaksiyon hızı artar.  
 b) Reaksiyon hızı azalır.  
 c) Reaksiyon hızı değişmez.  
 d) Sistem dengeye ulaştığı için reaksiyon hızı sıfırdır.

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

17- Bir miktar  $\text{NO}_2$  gazı kapalı bir kaba konulduğunda  $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$  dengesi hızlıca kurulur.  $\text{NO}_2$  ve  $\text{N}_2\text{O}_4$  gazları farklı renklindedir. Yüksek sıcaklıklarda ve düşük basınçlarda denge karışımının rengi daha koyu oluyorsa reaksiyon hakkında aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) Reaksiyon ekzotermiktir ve  $\text{NO}_2$   $\text{N}_2\text{O}_4$  ten daha koyu renklidir.
- b) Reaksiyon ekzotermiktir ve  $\text{N}_2\text{O}_4$   $\text{NO}_2$  den daha koyu renklidir.
- c) Reaksiyon endotermiktir ve  $\text{NO}_2$   $\text{N}_2\text{O}_4$  ten daha koyu renklidir.
- d) Reaksiyon endotermiktir ve  $\text{N}_2\text{O}_4$   $\text{NO}_2$  den daha koyu renklidir.

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

18-  $\text{ısı} + \text{A}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{B}_{(g)}$

Kapalı bir kaba bir miktar A gazı konduğunda yukarıdaki denge hızlıca kurulur. Dengedeki böyle bir sistemin sıcaklığı artırılırsa denge sabitinin sayısal değeri nasıl değişir?

- a) Değişmez
- b) Küçülür
- c) Büyür
- d) Tahmin edilemez

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

19-  $\text{Ag}_2\text{S}_{(k)} \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{S}^{2-}_{(aq)}$  reaksiyonunun denge sabitinin sayısal değeri çok küçüktür. Bu denge sabitinin sayısal değerinin küçük olması ne anlama gelir?

- a) Gümüş sülfür suyla şiddetli bir şekilde reaksiyon verir.
- b) Gümüş sülfürün sudaki çözünürlüğü çok küçüktür.
- c) Gümüş ve sülfür iyonlarını büyük konsantrasyonlarda içeren çözeltiler hazırlanabilir.
- d) Yukarıdaki eşitlikle tanımlanan reaksiyon sıcaklıktan etkilenmez.

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

20-  $\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$  reaksiyonu ekzotermiktir.

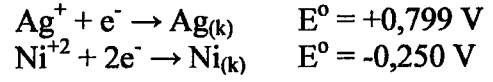
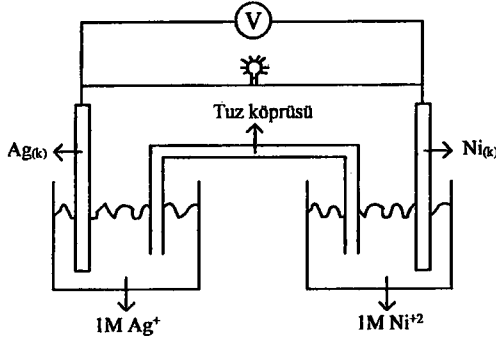
$\text{SO}_2$  ve  $\text{O}_2$  gazları kapalı bir kaba konuyor ve yukarıdaki dengenin kurulması sağlanıyor. Bu reaksiyonun K, denge sabitinin sayısal değerini artırmak için ne yapılmalıdır?

- I- Sıcaklık azaltılmalıdır.
- II- Uygun bir katalizör eklenmelidir.
- III-  $\text{SO}_3$  gazı eklenmelidir.

- a) Yalnız I
- b) I ve II
- c) I ve III
- d) I, II ve III

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

21- Aşağıda gösterilen elektrokimyasal pilde elektronlar \_\_\_\_\_ geçerek \_\_\_\_\_ gider.



Yukarıda verilen ifadede boşluklara gelecek uygun kelimeler nelerdir?

- telden, gümüş elektroda
- telden, nikel elektroda
- tuz köprüsünden, nikel elektroda
- tuz köprüsünden, gümüş elektroda

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

22-21. soruda şekli verilen elektrokimyasal pilde  $\text{Ag}^+$  ve  $\text{Ni}^{+2}$  çözeltileri yerine elektrolit olmayan çözeltiler kullanıldığında ampül yanmamaktadır. Bir elektrokimyasal pilde, elektrolit çözeltilerin elektriği iletmesi neden kaynaklanır?

- Elektronların iyonlara bağlanarak çözelti içinde hareket etmesinden
- Elektronların çözelti içinde iyondan iyon hareket etmesinden
- Pozitif ve negatif yüklü iyonların hareketinden
- Elektronların çözelti içinde bir elektrottan diğerine doğru hareket etmesinden

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**

23- Bir öğrenci aşağıdaki gözlemleri yapıyor;

- I- Seyreltik bir asit çözeltisine bir parça kurşun, çinko ve bakır metali eklendiğinde kurşun ve çinko eklenen çözeltilerden hidrojen gazı açığa çıkıyor bakır metalinin eklendiği çözeltilerde ise herhangi bir değişim olmuyor.
- II- Bir parça kurşun metali bir  $ZnCl_2$  çözeltisine eklendiğinde herhangi bir değişim olmuyor.
- III- Bir parça kurşun metali bir  $CuCl_2$  çözeltisine eklendiğinde kurşun metalinin üstünde bakır birikiyor.

Bu gözlemlere göre kurşun, çinko ve bakır metallere yapılabilecek en büyük pil potansiyeline sahip kimyasal bir pilde elektrot olarak hangi metaller kullanılmalıdır?

- a) Pb ve Zn
- b) Cu ve Pb
- c) Cu ve Zn
- d) Verilen bilgilerle tahmin edilemez.

**Cevabınızın nedenini açıklayınız.**



**EK-5: FEN, KİMYA VE LABORATUVARA KARŞI TUTUM TESTİ**

## **FEN, KİMYA VE LABORATUVARA KARŞI TUTUM VE ALGILAMA TESTİ**

Bu test sizin fen, kimya ve laboratuvara karşı tutumunuzu belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu amaçla birtakım ifadeler verilmiştir. Herbir ifadeyi okuduktan sonra inandığınız veya düşündüğünüz yalnızca 1 cevabı işaretleyiniz. Her ifade için 5 seçenek bulunmaktadır;

**Tamamen Katılıyorum: TK**

**Katılıyorum: Kt**

**Kararsızım: Ks**

**Katılmıyorum: Km**

**Hiç Katılmıyorum: HK**

Cevaplarınızda dürüst ve içten olmanız çalışmamızın amacı için çok önemlidir. Lütfen samimiyetle cevap veriniz.

Teşekkürler.



	TK	Kt	Ks	Km	HK
1- Kimyayı ilginç ve zevkli buluyorum.					
2- Kimya laboratuvarları sıkıcıdır.					
3- Fen derslerini genellikle severim.					
4- Kimya derslerini görmekten memnunum.					
5- Bilimsel problemlere çözüm bulmak için laboratuvarında çalışmaktan zevk alırım.					
6- Genellikle, fen dersleri beni düşünmeye ve sorgulamaya teşvik eder.					
7- Kimyadaki konuların daha iyi anlaşılması için laboratuvarında çalışmanın gerekli olduğuna inanıyorum.					
8- Laboratuvarında geçen saatlerin yararsız ve boşa geçen saatler olduğunu düşünüyorum.					
9- Kimya konuları hakkında daha çok şey öğrenmek isterim.					
10- Laboratuvara ayrılan ders saatlerinin daha fazla olmasını isterim.					
11- Laboratuvar dersine zevkle girerim.					
12- Kimya konuları doğal olayların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur.					
13- Kimyanın günlük yaşantıda çok önemli bir yeri vardır.					
14- Laboratuvarında kimya ile ilgili yeni bilgi öğrendiğime inanmıyorum.					
15- Bilimin doğasını anlayabilmek için laboratuvarında deney yapmanın gerekli olduğuna inanıyorum.					
16- İcat etme ve buluş yapma bilimde başlıca aktivitelerdir.					
17- Fen bilimlerinde mantıklı düşünme çok önemlidir.					
18- Bilimsel çalışmalar sonucunda doğa ile ilgili birtakım gerçeklere ulaşılır.					
19- Öğretmenler yanlış anlamaları düzelterek ve soruları cevaplandırarak fen öğrenmede önemli bir rol oynamalıdır.					
20- Fen bilimleri en iyi diğer öğrencilerle etkileşerek laboratuvarında öğrenilir.					
21- Bilim hakkındaki bilgilerimiz diğer öğrencilerle tartışma ve iddialaşma sonucunda değişebilir.					
22- Öğrenciler fen laboratuvarlarında genellikle yeni sorulara cevap aramak yerine bilinen gerçekleri doğrularlar.					
23- Fen bilimlerinde, bir olayın daima yalnız bir doğru açıklaması vardır.					
24- Bilimin esas amacı, daha önce keşfedilenleri doğrulamak ve ispatlamaktır.					
25- Bilim adamlarının birbirini eleştirmesi bilimin ilerlemesini engeller.					



**EK-6: LABORATUVAR ANKETİ**

## LABORATUVAR ANKETİ

Yaptığımız araştırma çalışmasının bir parçası olarak, hangi öğretim yönteminin daha iyi olduğunu belirlemek amacıyla laboratuvarında çeşitli öğretim yöntemleri kullanılmaktadır. Bu anketin amacı laboratuvarında kullanılan öğretim yöntemlerine öğrencilerin tepkilerini belirlemektir.

Son birkaç haftadır kimya laboratuvarında çeşitli deneyler yaptınız. Aşağıda laboratuvarla ilgili birtakım ifadeler verilmiştir. Laboratuvarında yapılan aktiviteleri göz önüne alarak, herbir ifadeye belirtilen olayın laboratuvar sınıfınızda hangi sıklıkla olduğunu uygun seçeneği işaretleyerek gösteriniz.

Teşekkürler.



Nadiren Olur: NO

Bazen Olur: BO

Genellikle Olur: GO

Çok Sık Olur: ÇO

### LABORATUVAR ANKETİ

	NO	BO	GO	ÇO
1- Öğrenciler laboratuvar föyündeki talimatları adım adım takip ederler.				
2- Laboratuvar aktiviteleri bilimsel kavramları geliştirmek için kullanılır.				
3- Öğrenciler laboratuvar aktivitelerinden çıkan sonuçları tartışmak için öğretmenle bir araya gelirler.				
4- Öğrencilerden kendi deneylerini dizayn etmeleri istenir.				
5- Araştırılacak problemi öğretmen belirler.				
6- Laboratuvar aktiviteleri öğrencilerin bilimsel problemleri çözmelerini gerektirir.				
7- Öğretmen veya laboratuvar föyü öğrencilerin belirli şeylerin niçin olduğunu açıklamalarını ister.				
8- Laboratuvar aktiviteleri öğrencilerin kimyadaki teknik becerilerini geliştirir.				
9- Öğretmen veya laboratuvar föyü öğrencilerin sonuçlarını desteklemek için deliller kullanmalarını gerektirir.				
10- Öğrenciler elde ettikleri verileri ve sonuçları birbirleriyle tartışırlar.				
11- Öğretmen veya laboratuvar föyü öğrencilerden gözledikleri olaylara alternatif açıklamalar sunmalarını ister.				
12- Araştırılacak problemi öğrenciler belirler.				
13- Öğretmen laboratuvarda öğrencilerin çalışmasının doğruluğunu belirler.				
14- Öğretmenle yapılan tartışmalarda öğrenciler elde ettikleri verileri ve ulaştıkları sonuçları ortaya koyarlar.				
15- Öğrenciler genellikle laboratuvar aktivitesini yapmadan önce aktivitenin genel sonucunu bilirler.				
16- Her laboratuvar aktivitesi önceki aktivitelere bağlıdır.				
17- Laboratuvarda öğrenciler bir problemi çözmek amacıyla bir metot dizayn etmek için birlikte çalışırlar.				
18- Öğretmen elde edilen verilerin doğruluğuyla ilgilenir.				
19- Laboratuvar raporları verilerin yorumlanmasını gerektirir.				
20- Laboratuvarda öğretmen bütün sınıfa ders anlatır.				
21- Öğrenciler gözledikleri olaylar için kendi açıklamalarını önerirler.				
22- Öğretmen öğrencilere küçük gruplarda bilgi verir.				



**EK-7: YAPILANDIRICI METODA DAYALI LABORATUVAR  
AKTİVİTELERİ ÖĞRETMEN REHBERİ**

## **YAPILANDIRICI METODA DAYALI LABORATUVAR AKTİVİTELERİ ÖĞRETMEN REHBERİ**

(Not: Bu rehberde yapılandırıcı metotla laboratuvar eğitimi alan öğrencilere verilen yazılı materyallerdeki bütün metinler yer almaktadır. Öğretmenin notları *italik* olarak yazılmıştır. Bu yazılı materyaller araştırmacı tarafından hazırlandı. Aktivitelerin geliştirilmesinde çeşitli literatürlerden ve laboratuvar kitaplarından yararlanıldı. Yararlanılan kaynaklar 55. sayfada belirtilmiştir.)

### **İÇİNDEKİLER**

Öğretmenlere Önsöz

Giriş

Laboratuvar Raporu

Aktiviteler

- 1- Buhar Basıncı
- 2- Tuzların Çözünürlüğü
- 3- Kimyasal Özellikler, Hidratlar
- 4- Kimyasal Değişimler ve Enerji
- 5- Asitler ve Bazlar
- 6- Kimyasal Kinetik
- 7- Kimyasal Denge
- 8- Yükseltgenme-İndirgenme Reaksiyonları

## Öğretmenlere Önsöz

Yapılandırıcı metoda dayalı laboratuvar aktivitelerinin dizaynı karşılaşılabileceğiniz bir çok laboratuvar kitabındaki aktivitelerin dizaynından oldukça farklıdır. Bu rehberdeki her aktivitede aynı model izlenmiştir; her laboratuvar aktivitesinde, (1) laboratuvar aktivitesinin ana konusuna ilişkin öğrencilerin sahip olduğu ön kavramları açığa çıkarmak için öğretmen tarafından bir gösteri deneyi yapılır; (2) öğrenciler ön bilgi ve kavramlarını kullanarak olguyu açıklamaya çalışırlar ve çeşitli hipotezler önerirler; (3) öğrenciler öğretmenin rehberliğinde tartışarak gözlenen olguyla ilişkili olan bir veya daha fazla problemi ortaya koyarlar; (4) öğrenciler ortaya koyulan problemi çözmek ve hipotezlerini test etmek için kullanılacak stratejileri, yapılabilecek deneyleri tartışırlar, problemin çözümü için farklı öğrenciler tarafından alternatif stratejiler önerilebilir; (5) öğrencilere önerdikleri stratejileri/deneyleri uygulama fırsatı verilir; (6) öğrenciler planladıkları aktiviteleri yaparak probleme ilişkin verileri toplar, analiz eder ve verilerdeki düzenlilikleri ortaya çıkararak hipotezlerini test eder veya aktivitenin başlangıcında ortaya koyulan problemi çözmeye çalışırlar; (7) öğrenciler öğretmenin rehberliğinde elde ettikleri verileri sınıftaki diğer arkadaşlarıyla paylaşırlar ve çıkarımlarını, ulaştıkları genellemeleri birbirleriyle tartışarak o laboratuvar aktivitesinde yer alan kavramları ve prensipleri yapılandırır; (8) öğrenciler geliştirilen bu kavram ve prensipleri yeni bir probleme uygularlar; ve (9) öğrenciler bir hafta sonra o aktiviteyle ilgili bir laboratuvar raporu verirler.

Yukarıda açıklanan dizayn, laboratuvar aktivitelerinin (öğrenciler yeni bilgiyi önceden bildikleri ilgili kavramlarla ilişkilendirdiklerinde meydana gelen) anlamlı öğrenmeye yol açmak ve kavramsal değişimi kolaylaştırmak için bazı öğeleri [1- iç ve dış kavramsal bütünleşme; 2- rehberli soruşturma olayları; 3- kavramsal değişim için rehberlik; 4- sosyal etkileşim] içermesi gerektiği varsayımına dayanır.

Bu terimlerin her biri aşağıda tanımlanmıştır:

**Kavramları İç Bütünleşmesi:** Kavramların farklılaştırıldıkları ve bütünleştirildikleri hiyerarşik bir düzende sıralanması.

Rehberli Soruşturma Olayları: Öğrencilerin öğretmenin bir miktar dış rehberliğiyle sistematik bir yaklaşım kullanarak belirli bir problemi çözmek için kimyasal veya fiziksel bir sistem hakkında bilgi edinmek amacıyla somut materyallerle etkileşimi.

Kavramsal Değişim: Öğrencilerin sahip oldukları yanlış kavramaları bıraktığı, olgunlaşmamış kavramları değiştirdiği ve daha bilimsel (bilim adamları tarafından kabul gören) kavramları benimsediği öğrenme.

Kavramların Dış Bütünleşmesi: Laboratuvar aktivitelerinde geliştirilen kavramları teorik derste geliştirilen kavramlarla ilişkilendirme ve tersi veyahut kavramları günlük yaşamdaki olaylarla ilişkilendirme.

Sosyal Etkileşim: Öğrencilerin problemleri tartışarak, stratejiler/deneyler planlayarak, somut materyalleri kullanarak ve topladıkları verileri analiz ederek öğrenmesine fırsat veren grup aktiviteleri esnasında öğrenciler, öğretmen ve materyaller arasındaki etkileşim.

Bu dizayn, öğrencilere deneyimlerini derinlemesine düşünme, diğer öğrencilerle birlikte çalışarak ve tartışarak deneyimlerini açıklayabilen kavram ve prensiplere ilişkin bir fikir birliğine varma fırsatının verildiği bir ortam yaratır. Ayrıca, öğrenciler kavramları diğer durumlara uygularlar.

Siz, öğrencilere kavramların teorik açıklamalarını sunmayacak, takip edilecek deneysel prosedürü vermeyecek ve verileri analiz etme yollarını önermeyeceksiniz. Bunun yerine, öğrencileri verilerdeki düzenlilikleri bulmaları, ilişkileri geliştirmeleri, hipotezler üretmeleri ve hipotezlerini test etme yollarını dizayn etmeleri için öğrencileri kooperatif bir şekilde çalışmaya teşvik etmelisiniz. Sizin rolünüz bilgi vermekten çok bilginin öğrenciler tarafından yapılandırılmasını kolaylaştırmaktır. Öğrencilere kendi bilgilerini yapılandırmaları ve laboratuvarında yaptıkları deneyleri anlamaları için her fırsat verilmelidir.



Yaptığınız gösteri deneyinden sonra öğrenciler gözledikleri olayları açıklamaya çalışacaklar. Bu esnada, öğrenciler laboratuvar aktivitesinde geliştirilecek kavram ve prensiplere ilişkin sahip oldukları düşünceleri, kavramları ortaya koyarlar. Bazı durumlarda öğrencilerin sahip olduğu, bilimsel kavrama daha yakın olması için biraz değiştirilmesi gereken, alternatif kavramlar veya yanlış kavramlar da açığa çıkacaktır. O zaman, öğrencilerin bilimsel kavramları anlamasını desteklemek için öğrencilerin yanlış kavramlarına meydan okuyan laboratuvar aktiviteleri esnasında bu ön kavramları akılda tutmalı, öğrencilerin gelişimini izlemeli ve öğrencilerin bu ön kavramlarının daha bilimsel kavramlarla değişip değişmediğini sürekli teşhis etmelisiniz.

Bu rehberde yer alan sekiz laboratuvar aktivitesi kavramların iç bütünleşmesini gösterecek şekilde dizayn edilmiştir. Yani, önce kapsamlı kavramlar verildi, daha sonra bu kavramlarla ilgili olan daha özel kavramlar verildi ve bunlar arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması kolaylaştırılmaya çalışıldı. Örneğin buhar basıncı konusunda fiziksel özellik ve moleküller arası çekim kuvvetleri öğretilir. 2. aktivitede (Tuzların Çözünürlüğü) çözünürlük öğretilirken bu kavramlar daha fazla farklılaştırılır ve öğrenciler kavramlar arasındaki ilişkileri araştırır. 3. aktivitede (Kimyasal Özellikler, Hidratlar) kimyasal özellik ve kimyasal bileşim kavramları öğretilir, öğrenciler kimyasal reaksiyonlardaki kütle ilişkilerini araştırır. 4. aktivitede (Kimyasal Değişimler ve Enerji) öğrenciler kimyasal reaksiyonlar ve enerji arasındaki ilişkiyi araştırır. 5. aktivitede (Asitler ve Bazlar) kimyasal özelliğin ve kimyasal reaksiyonlarda kütle ilişkilerinin biraz daha ayrıntılarına girilir. 6. aktivitede (Kimyasal Kinetik) metallerin aktiflikleri ve kimyasal özelliklerinin araştırılmasından sonra reaksiyon hızı kavramı öğretilir. 7. aktivitede (Kimyasal Denge) kimyasal denge kavramı öğretilir. 8. aktivitede (Yükseltgenme-İndirgenme Reaksiyonları) metallerin aktiflikleri ve kimyasal özelliklerinin biraz daha ayrıntısına girilir ve kimyasal piller araştırılır.

Öğrencilerin ön kavramları onların öğrenmesini etkileyecektir. Aktiviteler esnasında öğrenciler ön kavramlarını ifade etmeye ve kendi anlamalarını yapılandırmaya teşvik edilmelidir. Bunu yapmak için;

- a) Öğrenciler kendi düşüncelerini açıklamaya teşvik edilmelidir.
- b) Öğrenciler düşüncelerine meydan okuyan durumlarla karşı karşıya koyulmalıdır.
- c) Öğrencilerin hipotez kurmaları ve olaylara alternatif yorumlar getirmeleri teşvik edilmelidir.
- d) Özellikle küçük grup tartışmaları aracılığıyla öğrencilere alternatif fikirleri düşünme fırsatı verilmelidir.
- e) Yeni düşüncelerin yararını anlamaları için, öğrencilere yeni düşünceleri çeşitli durumlarda kullanma fırsatı verilmelidir (Driver ve Bell, 1986).

Ayrıca, öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri keşfetmeleri için aktiviteler boyunca tartışma ve sorular aracılığıyla her türlü çaba harcanmalıdır. Anlamli öğrenmenin olabilmesi için öğrenciler yeni kavramları bilişsel yapılarındaki önceden sahip oldukları kavramlarla ilişkilendirmelidir. Bu süreçte öğrenciler daha genel kavramlardan daha özel kavramlara doğru kavramları hiyerarşik bir biçimde düzenleyebilirler. Öğrenciler, mümkün olduğu sürece kavramlar arasındaki ilişkileri önermeler şeklinde ifade etmeleri için teşvik edilmelidir. Son olarak, laboratuvarında karşılaştıkları olgularla günlük yaşamdaki olguları ve teorik derste öğretilen olguları ilişkilendirmeye teşvik edilmelidir.

## Giriş

Yapacağımız deneylerin her biri dört kısımdan oluşmaktadır: **Gösterim**, **Rehberli Soruşturma**, **Kavram Oluşturma** ve **Uygulama**. **Gösterim** aşamasında sizden laboratuvar öğretmeninizin yapacağı gösterimi gözlemeniz ve gözlemlediğiniz şey hakkındaki soruları cevaplamanız istenecek. Bu sorular gözlemlediğiniz şey hakkında düşünmenize ve onu anlamana yardımcı olabilecek bilgileri hatırlamanıza yardımcı olacaktır. **Rehberli Soruşturma** aşamasında sizden gösterimde ortaya konulan bir soruya cevap bulmak için laboratuvardaki materyallerle etkileşmeniz istenecek. Bunun için kendi hipotezlerinizi ve yapacağınız işlemleri belirleyeceksiniz. Genellikle çözüm açık uçlu olacak ve kendi hipotezlerinizi test etme imkanına sahip olacaksınız. Bu işlemleri bireysel olarak veya bir grup içinde yapacaksınız. **Kavram Oluşturma** aşamasında deneyle ilgili kavramları ve prensipleri açıkça belirlemek amacıyla bir grup olarak bir araya toplanacak ve gözlemlerinizi, problemi çözmeye kullandığınız işlemleri ve araştırmanızın sonuçlarını paylaşacaksınız. **Uygulama** aşamasında ise kimyadaki prensiplerin günlük yaşamımızdaki deneyimlere nasıl uygulanabileceğini göreceksiniz.

Deneyler esnasında size, dikkatinizi gözlemlerinizi üzerinde toplayacak ve gözlemlerinizi açıklamanıza yardımcı olacak sorular sorulacak. Aktivitenizde ilerledikçe işlem yapraklarındaki soruları cevapladığınızdan emin olun.

Deneyleri çok iyi anlamak için materyallerle, arkadaşlarınızla ve öğretmeninizle etkileşim içinde olmaya özen gösterin. Gözlemlediğiniz şeyi anlamaya çalışırken sorular sormaktan veya yıllar boyunca topladığınız bilgileri kullanarak açıklamalar sunmaktan çekinmeyin. Siz kimya dünyasını hissedecek bireyler topluluğunun bir parçasısınız.

## Laboratuvar Raporu

Sizden tamamladığınız her laboratuvar aktivitesi için kısa bir rapor yazmanız istenecek. Bu, sizin için gözlemlerinizi ve çıkarımlarınız üzerinde derinlemesine düşünme fırsatıdır.

Raporunuzda aşağıdaki kısımlar olmalıdır:

Amaç

Veriler

Hesaplamalar

Sonuçlar

### **Amaç**

Amaç, laboratuvar aktivitesini yapmanızın nedenlerini gösteren bir veya birkaç kısa ifadedir. Bir okuyucu amacınızı okuduğunda ne bulmaya çalıştığınızı anlamalıdır.

### **Veriler**

Topladığınız verileri özetleyin. Bu kısımda sadece ilgili verileri yazın, fakat sonuçlarınızı doğrulayan ayrıntıları da ihmal etmeyin. Verilerinizin daha açık ve anlaşılır olması için mümkün olduğu sürece tablolar halinde vermeye çalışın.

### **Hesaplamalar**

Bu kısımda, sonuçlara ulaşmak için verilerinizi hesaplamalarınızda nasıl kullandığınızı göstereceksiniz. Kullanılan hesaplamalar açıkça gösterilmelidir. Hesaplamalarınızda sayıların yanında birimleri de göstermeyi unutmayın. Birden fazla özdeş hesaplama yapmanız gerektiğinde sadece bir hesaplamayı ayrıntısıyla göstermeniz yeterlidir.

### **Sonuçlar**

Bu kısımda, aktivite sonunda ulaştığınız sonuçları, çıkarımları kısaca ifade edin. Verilerinizden ve hesaplamalarınızdan yaptığınız çıkarımlar, amaç kısmında ifade ettiğiniz aktiviteyi yapma nedenlerinizle uyumlu olmalıdır.

## LABORATUVAR AKTİVİTESİ-1

### BUHAR BASINCI

#### **Gösterim:**

##### *Öğretmen Notları:*

*Siyah bir parça kağıda 1 damla su ve 1 damla aseton damlat ve biraz bekle. Öğrencilerin asetonun daha hızlı buharlaştığına dikkat etmelerini sağla. Tartışmayı 1-2. sorulara odakla. Öğrencilerden mümkün olan tüm açıklamaları toplamaya çalış. Sonra Şekil-1'deki düzeneği kur ve plastik borudaki su seviyeleri eşitken erlene 5 mL aseton ekle ve tıpasını kapat. Öğrencilerin manometrenin açık ucundaki sıvı seviyesinin yükseldiğine dikkat etmelerini sağla. Sonra erleni ellerinin arasında ısıt ve öğrencilerin manometrenin açık ucundaki su seviyesinin biraz daha yükseldiğine dikkat etmelerini sağla. Daha sonra ellerini çek ve biraz bekle, manometrenin açık ucundaki su seviyesi biraz düşecektir. Tartışmayı 3-6. sorulara odakla.*

Öğretmeninizin yaptığı gösterimi izleyin ve aşağıdaki soruları cevaplayın,

- 1- Aseton ve su damlasına ne oldu?
- 2- Hangi sıvı daha hızlı buharlaştı?
- 3- Aseton ilave edilince su seviyesi neden değişti? Bunu nasıl açıklayabilirsiniz?
- 4- Erlenin ellerimin arasında tutunca sıvı seviyesi nasıl değişti? Bunu nasıl açıklayabilirsiniz?
- 5- Ellerimi erlenden çekince ne olmasını bekliyorsunuz?
- 6- Aynı işlemleri 10 mL asetonla tekrarlasaydım ne olmasını beklerdiniz?

#### **Rehberli Soruşturma:**

##### *Öğretmen Notları:*

*Öğrenciler aktivitenin bu aşamasında Şekil-1'de gösterilen düzeneği kullanarak çeşitli sıcaklıklarda çeşitli sıvıların buhar basınçlarını bulacaklar ve buhar basıncına çeşitli faktörlerin etkisini belirleyecekler.*

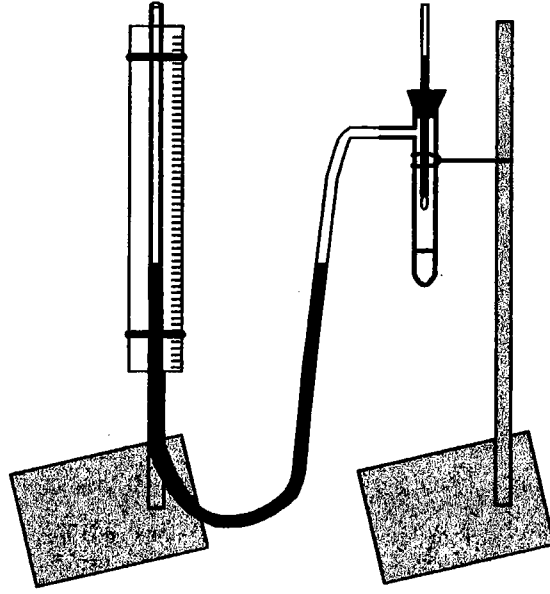
Gözlemediğiniz olayları iyice düşünüp aşağıdaki soruları cevaplayınız;

- Buhar basıncı ne demektir?
- Bir sıvının buharlaşma hızı ve buhar basıncı arasında bir ilişki var mıdır?
- Aynı şartlarda farklı maddelerin buhar basınçları aynı mıdır?
- Buhar basıncı hangi faktörlere bağlıdır?
- Sıvının miktarı buhar basıncını etkiler mi?
- Sıvının yüzey alanı buhar basıncını etkiler mi?
- Sıcaklıkla bir sıvının buhar basıncı arasında bir ilişki var mıdır?
- Aynı sıcaklıkta farklı maddelerin buhar basınçları arasında bir ilişki var mıdır?
- Bir sıvının buhar basıncı bütün sıcaklıklarda aynı mıdır? (En az üç farklı sıcaklık için veri toplayın.)

Şekil-1'de gösterilen açık uçlu manometre düzeneğini kurarak bu soruları cevaplandırmak için çeşitli deneyler planlayın. Stratejinizin etkinliği ve güvenlik açısından öğretmeninize danışmaktan çekinmeyin. Manometreyi kullanmakta zorlanıyorsanız manometre kullanımı ile ilgili açıklamayı okuyun veya öğretmeninize danışın.

Bu soruları cevaplandırmak için aşağıdaki materyallerle çalışıp kalitatif ve kantitatif veriler toplayın;

- 250 mL'lik yandan kollu erlen
- Yandan kollu deney tüpü
- Spor
- Metre çubuğu
- Tıpa
- Kıskaç
- Mezür
- Termometre
- 1 m cam boru
- 1 m plastik boru
- Hekzan, sikloheksan, aseton, etil alkol, izopropil alkol



Şekil-1: Buhar basıncı ölçmek için kullanılan açık uçlu manometre düzeneği

#### Manometre kullanımı ile ilgili açıklama:

Şekil-1'de görüldüğü gibi düzeneği kurun. Yandan kollu deney tüpünün koluna ve cam boruya takmadan önce plastik boruyu suyla doldurun. İki koldaki su seviyesi eşit olacak ve seviyeler metreden okunacak şekilde düzeneği ayarlayın. Bir sıvı seçin ve seçtiğiniz sıvıdan yandan kollu deney tüpüne 5,0 mL aktarın deney tüpünün tıpasını hızlıca kapatın. Deney tüpünün içinde bir miktar sıvı kalmalıdır. Eğer sıvı görünmüyorsa bir miktar daha ilave edin.

300 mL'lik bir beheri 2/3'ü dolu olacak şekilde oda sıcaklığındaki suyla doldurun. Deney tüpünün içindeki sıvının tamamını beher içerisindeki su ile kaplanacak şekilde üç ayak yardımıyla beheri yerleştirin. Sıcaklık dengesinin kurulması için 3-5 dakika bekleddikten sonra borunun her iki kolundaki su seviyesi okunacak şekilde düzeneği ayarlayın. Sıcaklığı ve her iki koldaki su seviyesini okuyup kaydedin.

En az üç farklı sıcaklık için veri toplayın. Bunun için su dolu beheri bek aleviyle yavaşça ısıtabilirsiniz veya aynı işlemi bir buz banyosu kullanarak tekrarlayabilirsiniz (sıcaklık 0°C olacaktır.)

**Dikkat:** Bu deneyde kullanacağımız sıvılar çok uçucu ve yanıcı maddeler olduğundan bek aleviyle ısıtma yaparken deney tüpünde herhangi bir sızma olmadığından emin olun ve ısıtmalarınızı yavaşça yapın.

Çalışmanızın her aşamasında gözlemlerinizi kaydedin. Denemelerinizin sonuçlarını tartışmak için 3 kişilik bir grup içinde çalışın. Rehberli soruşturma aşamasında elde ettiğiniz ve cevaplarınızı desteklemekte kullanılabilecek verileri ortaya koymak ve tartışmanızı odaklamak için aşağıdaki soruları kullanın.

- Bir sıvının buhar basıncı hangi faktörlere bağlıdır?
- Sıvının miktarı ile buhar basıncı arasında bir ilişki var mıdır?
- Sıvının yüzey alanı buhar basıncını etkiler mi?
- Sıcaklıkla bir sıvının buhar basıncı arasında bir ilişki var mıdır?
- Aynı sıcaklıkta farklı maddelerin buhar basınçları arasında bir ilişki var mıdır?
- Çalıştığınız maddelerin molekül yapıları ve buhar basınçları arasında bir ilişki var mıdır?
- Maddelerin buhar basınçları hakkında hangi genellemeler yapılabilir?
- Sıvıların buharlaşma hızı, buhar basıncı, kaynama noktası ve molekül yapıları arasında bir ilişki var mıdır?

### **Kavram Oluşturma:**

*Öğretmen Notları:*

*Geliştirilecek kavramlar şunlardır:*

*Sıvı ve buharının dengede olduğu kapalı bir sistemde, gaz halindeki moleküllerin sıvının yüzeyine ve içinde bulunduğu kabın çeperlerine yaptığı basınca buhar basıncı denir. Bir sıvının buhar basıncı sıvının miktarına veya yüzey alanına bağlı değildir, sadece sıcaklıkla değişir ve sıcaklık arttıkça artar. Buhar basıncı maddelerin ayırt edici bir özelliğidir ve maddelerin moleküller arası çekim kuvvetleriyle ilişkilidir. Moleküller arası çekim kuvveti arttıkça buhar basıncı azalır. Buhar basıncı moleküller arası çekim kuvvetlerinin bir ölçüsü olarak kullanılabilir. Buhar basıncı daha büyük olan bir maddenin moleküller arası çekim kuvvetleri zayıftır ve daha hızlı buharlaşır.*

*Kaynama noktası bir sıvının buhar basıncının dış basınca eşit olduğu sıcaklıktır ve buhar basıncı büyük olan sıvıların kaynama noktaları düşüktür.*



Aktivitenizin bu kısmında sizden bir grup olarak toplanmanız ve topladığınız verilerle sınıf tartışmasına katkıda bulunmanız istenecek. Öğretmeniniz ve siz elde edilen verileri bir araya getirecek ve gözlemlerinizi açıklamakta kullanılabilecek kavramları ortaya çıkaracaksınız.

### **Uygulama:**

Belirli bir sıcaklıkta bir mol sıvıyı buharlaştırmak için gerekli olan enerji miktarına molar buharlaşma ısı ( $\Delta H_b$ ) denir. Buharlaşma ısı, hem moleküller arası çekim kuvvetlerini yenmek hem de oluşan buharı genişletmek için gerekli enerjiyi kapsar. İki farklı sıcaklık aralığında bir sıvının buharlaşma ısı Clausius-Clapeyron eşitliği ile bulunabilir.

$$\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \frac{\Delta H_b}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right)$$

Burada  $P_1$  sıvının  $T_1$  sıcaklığındaki buhar basıncı,  $P_2$  sıvının  $T_2$  sıcaklığındaki buhar basıncı,  $R$  ideal gaz sabiti (8,314 J/mol K)dir.

Aktivitenizin bu kısmında rehberli soruşturma aşamasında sıcaklık-buhar basıncı verilerini topladığınız iki sıvı için iki farklı sıcaklık aralığında molar buharlaşma ısını ( $\Delta H_b$ ) hesaplayıp bulduğunuz sonuçları yorumlayacaksınız.

Daha sonra seçtiğiniz bir sıvı için bulduğunuz buharlaşma ısını ( $\Delta H_b$ ) ve Clausius-Clapeyron eşitliğini kullanarak o sıvının normal kaynama noktasını hesaplayacaksınız.

## LABORATUVAR AKTİVİTESİ-2

### TUZLARIN ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ

#### Gösterim:

##### *Öğretmen Notları:*

*İki büyük deney tüpüne 5 mL kadar saf su koy. Tüplerden birisine bir spatül ucu naftalin, diğerine bir spatül ucu NaCl koy ve bagetle karıştır. Öğrencilerin sodyum klorürün çözüldüğüne ama naftalinin çözünmediğine dikkat etmelerini sağla. Sonra su yerine benzen kullanarak aynı işlemleri tekrarla. Öğrencilerin benzen kullanıldığında naftalinin çözüldüğüne fakat sodyum klorürün çözünmediğine dikkat etmelerini sağla. Tartışmayı 1-2. sorulara odakla. Olası tüm açıklamaları toplamaya çalış. Sonra sulu sodyum klorür çözeltisine bir spatül ucu daha NaCl ekle ve karıştır, NaCl çözünecektir. Bir miktar katı NaCl deney tüpünün dibinde çözünmeden kalıncaya kadar işleme devam et ve tartışmayı 3-4. sorulara odakla.*

*Daha sonra iki farklı deney tüpünde doymuş  $KNO_3$  ve doymuş  $Ca(Ac)_2$  çözeltilerini hazırla, öğrencilerin her iki deney tüpünün dibindeki katıya dikkat etmelerini sağla. Önce  $KNO_3$  çözeltisini ısıt ve öğrencilerin deney tüpünün dibindeki katının gözden kaybolmasına dikkat etmelerini sağla. Sonra çözeltiyi bir buz banyosunda soğut ve öğrencilerin katının tekrar görünmesine dikkat etmelerini sağla. Tartışmayı 5-7. sorulara odakla. Sonra doymuş  $Ca(Ac)_2$  çözeltisiyle yukarıdaki işlemi tekrarla. Öğrencilerin çözelti ısıtıldığında daha fazla çökelek oluştuğuna ve soğutulduğunda çökeleğin çözüldüğüne dikkat etmelerini sağla. Tartışmayı 8-10. sorulara odakla.*

Öğretmeninizin yaptığı gösterimi izleyin ve aşağıdaki soruları cevaplayın,

- 1- Suya NaCl ve naftalin eklendiğinde ne gözlediniz? NaCl ve naftaline ne oldu?
- 2- Su yerine benzen kullanıldığında NaCl ve naftaline ne oldu?
- 3- Belirli miktar suda çözünebilecek NaCl miktarının bir sınırı var mıdır?
- 4- Daha fazla NaCl çözmek için ne yapılabilir?
- 5- Doymuş  $KNO_3$  çözeltisi ısıtıldığında ve soğutulduğunda ne gözlediniz?

- 6- Potasyum nitratın sudaki çözünürlüğüne sıcaklığın etkisine ilişkin ne söylenebilir?
- 7- Doygun  $\text{Ca}(\text{Ac})_2$  çözeltisi ısıtılıp soğutulursa ne olmasını beklersiniz?
- 8- Kalsiyum asetatın sudaki çözünürlüğüne sıcaklığın etkisine ilişkin ne söylenebilir?
- 9- Çözünürlük ve sıcaklığa ilişkin bir genelleme yapabilir misiniz?
- 10- Bir maddenin çözünürlüğünü nasıl ifade edebilirsiniz?

### **Rehberli Soruşturma:**

#### *Öğretmen Notları:*

*Aktivitenin bu kısmında öğrenciler çeşitli maddelerin farklı şartlarda çözünmesini inceleyecekler. Çeşitli faktörlerin (çözücü cinsi, karıştırma, yüzey alanı, sıcaklık) çözünürlüğe ve çözünme hızına nasıl etki ettiğini kalitatif olarak inceleyecekler. Ayrıca çözünürlüğü ifade edip bir maddenin farklı sıcaklıklardaki çözünürlüğünü belirleyecekler ve o madde için bir çözünürlük-sıcaklık grafiği çizecekler.*

Gözlemlediğiniz olayları iyice düşünüp aşağıdaki soruları cevaplayınız;

- Maddelerin bir çözücüde çözünmesini etkileyen faktörler nelerdir?
- Kullanılan çözücünün cinsi bir maddenin çözünmesini etkiler mi?
- Bir maddeyi belirli bir çözücüde daha fazla çözmek için ne yapılabilir?
- Katı bir maddenin ince toz halinde veya iri tanecikli olması çözünürlüğünü etkiler mi?
- Daha hızlı karıştırarak daha fazla madde çözebilir miyiz?
- Sıcaklığın maddelerin çözünürlüğüne etkisi hakkında ne söylenebilir?
- Bir maddenin çözünürlüğünü nasıl ifade edebilirsiniz?
- Bir maddenin belirli bir çözücüde farklı sıcaklıklardaki çözünürlüğü nasıl belirlenebilir?

Bu sorulara cevap bulmak için aşağıdaki materyallerle çalışın;

a)

- Su, hekzan, benzen, etil alkol
- $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , şeker, naftalin
- İnce toz haline getirilmiş şeker ve  $\text{NaCl}$

b)

Bir maddenin belirli bir çözücüde farklı sıcaklıklardaki çözünürlüğünü belirlemek için  $\text{KNO}_3$  ve saf su kullanarak bir deney planlayın. Planladığınız deneyin etkinliği hakkında öğretmeninize danışmaktan çekinmeyin. (*Öğrenciler deney planlamakta zorlanırlarsa Teknik-1'deki yöntemi önerebilirsiniz.*) Potasyum nitratın farklı sıcaklıklardaki çözünürlüğünü bir grafikte göstermeye çalışın.

Çalışmanızın her aşamasında gözlemlerinizi kaydedin. Denemelerinizin sonuçlarını tartışmak için 3 kişilik bir grup içinde çalışın. Rehberli soruşturma aşamasında elde ettiğiniz ve cevaplarınızı desteklemekte kullanılacak verileri ortaya koymak ve tartışmanızı odaklamak için aşağıdaki soruları kullanın.

- Bir maddenin çözünürlüğünü etkileyen faktörler nelerdir?
- Kullanılan çözücünün cinsi bir maddenin çözünürlüğünü etkiler mi?
- Karıştırma bir maddenin çözünürlüğünü artırır mı?
- İnce toz halinde olması katı bir maddenin çözünürlüğünü nasıl etkiler?
- Sıcaklığın maddelerin çözünürlüğüne etkisi hakkında ne söylenebilir?
- Bir maddenin çözünürlüğünü artırmak için ne yapılabilir?

### **Kavram Oluşturma:**

*Öğretmen Notları:*

*Geliştirilecek kavramlar şunlardır:*

*Bir madde başka bir madde içinde homojen olarak dağıldığında oluşan karışıma çözelti denir. Çözelti en basit şekilde çözücü ve çözünen olmak üzere en az*

iki farklı maddeden oluşur ve genellikle bunlardan miktarı az olana çözünen çok olana ise çözücü denir. Fakat bazen böyle bir ayırım yapmak zordur. Bu deneyde katı-sıvı çözeltileri incelenmiştir. Çözeltiler doymuş, doymamış ve aşırı doymuş olarak sınıflandırılabilirler. Çözülebilecek maksimum miktarda maddenin çözülmesiyle elde edilen çözeltilere doymuş çözeltiler, bundan daha az miktarda maddenin çözülmesiyle oluşan çözeltilere doymamış çözeltiler, çözebileceği maksimum miktarda maddeden daha fazla maddenin çözüldüğü çözeltilere ise aşırı doymuş çözeltiler denir.

Bir maddenin belirli bir çözücüde çözünüp çözünmemesi çözücü-çözücü, çözünen-çözünen ve çözücü-çözünen tanecikleri arasındaki etkileşimlere bağlıdır. Eğer çözücü-çözünen tanecikleri arasındaki etkileşim çözücü-çözücü ve çözünen-çözünen tanecikleri arasındaki etkileşimden daha büyükse çözücü ve çözünen tanecikleri birbiri içinde homojen olarak dağılır yani çözülerek bir çözelti oluştururlar.

Bir maddenin belirli bir sıcaklıkta belirli bir çözücünün 100 gramında veya 100 mililitresinde çözünebilen maksimum miktarına o maddenin çözünürlüğü denir. Katı bir maddenin yüzey alanının artması ve karıştırma maddenin çözünme hızını artırır ama çözünürlüğünü etkilemez. Bir maddenin çözünürlüğü çözücünün cinsinden başka sıcaklığa bağlıdır. Eğer çözünme endotermik (ısı alan) bir olaysa sıcaklık arttıkça çözünürlük artar. Eğer çözünme ekzotermik (ısı veren) bir olaysa sıcaklık arttıkça çözünürlük azalır.

Çözünürlük maddelerin ayırt edici bir özelliğidir ve çeşitli madde karışımlarından maddeleri birbirinden ayırmak için kullanılabilir.

Aktivitenizin bu kısmında sizden bir grup olarak toplanmanız ve topladığınız verilerle sınıf tartışmasına katkıda bulunmanız istenecek. Öğretmeniniz ve siz elde edilen verileri bir araya getirecek ve gözlemlerinizi açıklamakta kullanılabilecek kavramları ortaya çıkaracaksınız.

### **Uygulama:**

#### *Öğretmen Notları:*

*Her bir gruba 10 gram  $KNO_3$ ,  $CuSO_4$  karışımı verilecek ve fraksiyonel kristallendirmeyi kullanarak potasyum nitratı saflaştırmaları istenecek.*

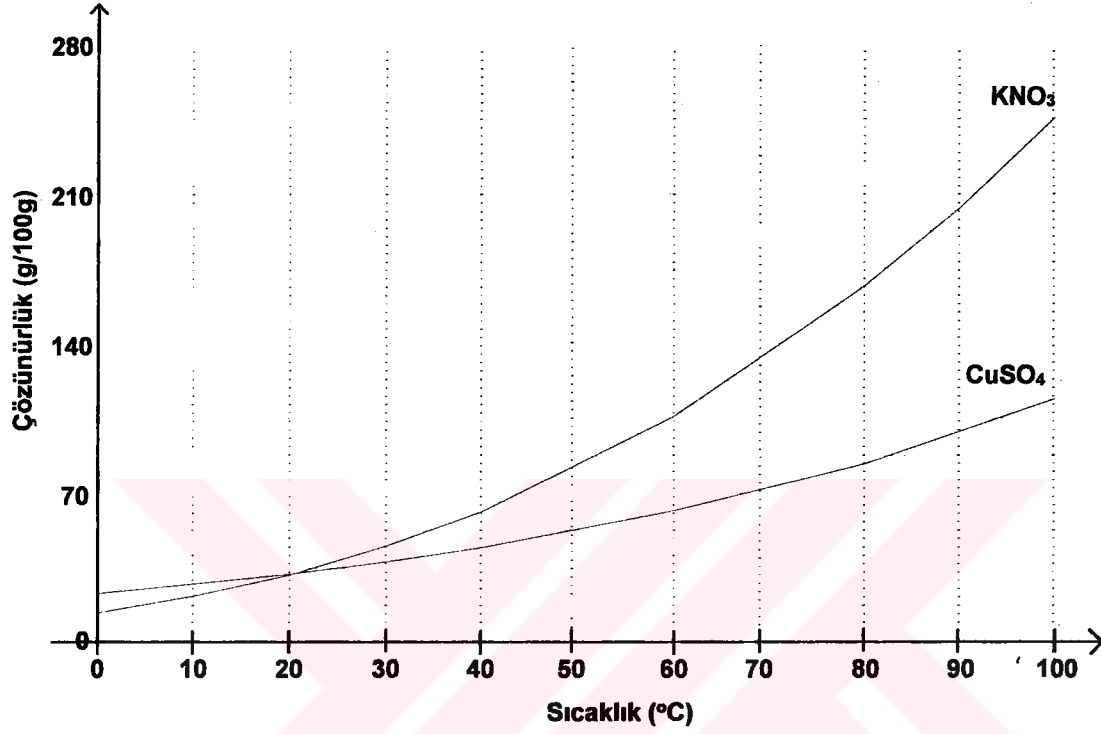
Denemelerinizde gördüğünüz gibi bir maddenin belirli bir çözücüdeki çözünürlüğü sıcaklığa bağlıdır. Bazı maddelerin çözünürlüğü sıcaklık değişimlerinden çok fazla etkilenmez ve bazı maddeler sıcaklık arttıkça daha az çözünür, buna karşın çoğu maddenin çözünürlüğü sıcaklık arttıkça artar.

Aynı şartlarda farklı maddelerin çözünürlükleri farklıdır ve bundan yararlanarak bir karışımı bileşenlerine ayırabiliriz. Aktivitenizin bu kısmında size bir  $KNO_3$  ve  $CuSO_4$  karışımı verilecek ve bu karışımdan potasyum nitratı ayırmanız istenecek.  $KNO_3$  ve  $CuSO_4$  suda çözünen iyonik bileşiklerdir ve Şekil-2'de gösterildiği gibi farklı sıcaklıklarda çözünürlükleri farklıdır. Bakır sülfatın çözünürlüğü sıcaklık arttıkça hızlı bir şekilde artar. Potasyum nitratın çözünürlüğü  $0^\circ C$  ve  $100^\circ C$  arasında yaklaşık 20 kat artar.

Size verilen  $KNO_3$  ve  $CuSO_4$  karışımından potasyum nitratı ayırmak için bir deney planlayınız. (İpucu: bu iki bileşeni birbirinden ayırmak için öncelikle bunların çözeltisi hazırlanır. Karışımda  $CuSO_4$  çok az miktarda bulunmaktadır, hazırladığınız çözeltiyi ısıtıp tekrar soğuttuğunuzda bakır sülfatın çözünürlüğü aşılır mı?) Planladığımız deneyin etkinliği hakkında öğretmeninize danışmaktan çekinmeyin. (Öğrenciler deney planlamakta zorlanırlarsa Teknik-2'deki yöntemi önerebilirsiniz.)

*(İki bileşeni birbirinden ayırmak için öncelikle bunların çözeltisi hazırlanır. Suyun bir kısmı kaynamayla uzaklaşır sonra çözelti  $0^\circ C$  ye soğutulur. Bu noktada  $KNO_3$  çok fazla çözünmez ve çoğu çözeltiden kristallenir. Bakır sülfat fazla miktarda olmadığından çözünürlüğü aşılmaz ve çözeltide kalır. Katı  $KNO_3$  çözeltiden süzülerek ayrılır. Bir maddenin bir safsızlıktan ayrıldığı bu prosedüre fraksiyonel kristallendirme denir.)*

Şekil-2:  $\text{KNO}_3$  ve  $\text{CuSO}_4$  bileşiklerinin çözünürlük-sıcaklık grafiği



### **Teknik-1: Farklı sıcaklıklarda potasyum nitratın çözünürlüğünün belirlenmesi.**

Büyük bir deney tüpünü uygun iki delikli bir tıpa ile kapatınız. Deliklerden birine 100°C'lik bir termometre geçiriniz. Termometrenin ucunun tüpün tabanına değmemesine dikkat ediniz. İkinci deliğe ucu halka haline getirilmiş bir bakır tel geçiriniz. Termometrenin ucu bakır telin halkası içinde olmalı ve bakır tel, elle kolaylıkla aşağı yukarı hareket ettirilebilmelidir. Hassas olarak tartılmış 5 gram potasyum nitratı deney tüpüne koyunuz. Üzerine bir büretten veya bir mezür ile 10 mL damıtık su ilave ediniz. Daha sonra tüpün tıpasını dikkatli bir şekilde kapatınız. Bu şekilde hazırladığınız tüpü 400 mL'lik bir beher içinde kaynayan suya daldırınız. Tüpün içindekiler su içinde kalacak şekilde tüpü kısaçla bir spora tutturunuz. Bütün tuz çözünene kadar tüp içindeki halkalı telle karıştırmaya devam ediniz. Tüpteki tuz tam olarak çözüldükten sonra tüpü sıcak sudan çıkarınız. Soğuma sırasında kristallenmenin başladığı andaki doygunluk sıcaklığını tespit ediniz.

Yukarıdaki işlemi; aynı deney tüpüne sırasıyla 5 mL, 10 mL ve 15 mL damıtık su ilave ederek tekrarlayınız. Her doygunluk sıcaklığı için 100 gram suda çözünen tuz miktarını hesaplayınız.

### **Teknik-2: Fraksiyonel kristallendirme**

Bakır sülfat - potasyum nitrat karışımından 10 gram tartın. Karışımı bir beherin içine koyun ve 25 mL damıtık su ekleyin. Beherin üstünü saat camı ile kapatarak karışımın tamamı çözünene kadar yavaşça ısıtın. Sonra beheri dıştan musluk suyu ile soğutun, kristal oluşumu bittiğinde oluşan kristalleri bir süzgeç kağıdından süzün. Süzgeç kağıdındaki kristalleri birkaç damla soğuk su ile yıkayın. Yıkama işlemini kristaller renksiz oluncaya kadar tekrarlayın. Kristalleri süzgeç kağıdı arasında ezerek kurutup tartın ve karışımdaki potasyum nitratın kütlece yüzdesini hesaplayın.



### LABORATUVAR AKTİVİTESİ-3

#### KİMYASAL ÖZELLİKLER, HİDRATLAR

#### **Gösterim:**

##### *Öğretmenin Notları:*

*Yaklaşık 0,5 gram Kobalt(II)klorür hekza hidratı bir deney tüpünde yavaşça ısıt, pembeden maviye renk değişimi tamamlanıncaya kadar ısıtmayı sürdür. Renk değişimi tamamlandıktan sonra deney tüpünü bek alevinden uzaklaştır ve soğumaya bırak. Soğuduğunda kristallerin rengi tekrar eski haline dönecektir. Öğrencilerin maviden pembeye renk değişimine dikkat etmelerini sağla.*

*Tartışmayı aşağıdaki sorulara odakla fakat yaptığın gösterimdeki reaksiyon hakkında bilgi verme. Öğrencileri katının davranışını açıklamak için hipotez kurmaya ve hipotezlerini test etme yollarını önermeye teşvik et ve olası bütün açıklamaları toplamaya çalış.*

Öğretmeninizin yaptığı gösterimi gözlemleyin. İyice düşünün ve aşağıdaki soruları cevaplayın:

- 1- Kobalt(II)klorür niçin renk değiştirdi?
- 2- Kobalt(II)klorüre ne olmuş olabilir?
- 3- Kobalt(II)klorürün mavi ve pembe formları arasındaki fark ne olabilir?
- 4- Bu reaksiyonda ısı enerjisinin rolü nedir?

#### **Rehberli Soruşturma:**

##### *Öğretmenin Notları:*

*Öğrenciler aktivitenin bu aşamasında çeşitli hidratlarla çalışacaklar. Hidratların ısıtıldıklarında su kaybettiklerini ve oluşan ürünün kütlelerinin başlangıçtaki madde miktarıyla orantılı olduğunu (sabit oranlar kanunu) fark edecekler.*

*Öğrencileri ulaştıkları sonuçları desteklemeleri için en az iki veya üç delil elde etmeye teşvik et. Örneğin, öğrenciler ısıtma esnasında madde su kaybeder düşüncesini desteklemek için sadece deney tüpünün soğuk kısımlarında yoğunlaşmanın meydana gelmesini kullanabilir fakat anhidrata eklenen suyun orijinal hidratı yeniden oluşturabileceğini ihmal edebilirler.*

Gözlemlediğiniz olayı iyice düşünüp aşağıdaki soruları cevaplayınız:

- Kobalt(II) klorüre benzeyen başka bileşikler var mıdır?
- Isıtıldığında kobalt(II) klorüre ne olmuş olabilir?
- Meydana gelen kimyasal değişim nedir?
- Isıtma sonucunda katının renginin değişmesinin yanında başka bir değişim olmuş olabilir mi?
- Katının ısıtmadan önceki ve sonraki kütlesi arasında fark var mıdır? Bunu nasıl belirleyebilirsiniz?
- Katının ısıtmadan önceki ve sonraki kütlesi arasında bir fark varsa bu neyi gösterir?
- Katının ısıtmadan önceki ve sonraki kütlesi arasında bir ilişki var mıdır?

Bu sorulara cevap bulmak için aşağıdaki materyallerle çalışıp kalitatif ve kantitatif veriler toplayın;

- Bakır (II) sülfat [ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ]
- Demir (II) sülfat [ $\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ]
- Baryum klorür [ $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ]
- Deney tüpü (15 cm)
- Bunzen beki

Çalıştığınız maddelerde ısıtma sonucunda meydana gelen değişimleri dikkatlice gözlemleyin ve cevaplarınızı desteklemekte kullanabileceğiniz verileri kaydedin.

*[Öğrenciler bu aşamada maddeleri ısıttıklarında renk değişimi olduğunu, soğuttuklarında ise rengin tekrar eski haline döndüğünü gözleyecekler. Bu işlem esnasında deney tüpünün üst kısımlarında meydana gelen damlacıkları görerek ısıtma esnasında maddeden su ayrıldığını fark edebilirler. Bu noktada öğrencilere ısıtmadan hemen sonra soğumaya bırakılan deney tüpüne birkaç damla su ekleseler ne olabileceğini sorabilirsiniz. Böylece öğrencilerin ısıtma ve soğutma esnasında neyin ayrılıp geri döndüğü konusunda daha kesin fikirleri olabilir.]*

Kalitatif gözlemlerinizi tamamladıktan sonra yukarıdaki maddelerden birisinin yeni bir numunesini alarak ısıtmadan önce ve sonra katının kütlelerinde bir değişimin meydana gelip gelmediğini belirlemek için ne yapabileceğinizi düşünün.

- Kantitatif bir değişimin olup olmadığını ve değişimin türünü tahmin edin (örn; kütle artar, veya kütle azalır).

Tahmininizi test etmek için bir deney planlayın. Stratejiniz hakkında tavsiyeler almak için laboratuvar öğretmeninize danışmaktan çekinmeyin. *(Bu noktada öğrencilere kendi stratejilerini geliştirmelerine yardımcı olması için Teknik-3'deki yöntemi önerebilirsiniz.)* Stratejinizi belirledikten sonra en az iki farklı büyüklükte numune kullanın ve herhangi bir değişimi yüzde olarak bildirin.

Diğer öğrencilerden ilave iki veri seti toplayın.

- Bu verilerden hangi çıkarımları yapabilirsiniz?
- Bu verilerden yararlanarak çalıştığımız kimyasal maddelerdeki kütle ilişkileri ile ilgili herhangi bir genelleme yapabilir misiniz?

Rehberli soruşturmanın sonuçlarını tartışmak için üç kişilik gruplar halinde çalışın. Rehberli soruşturma aşamasında elde ettiğiniz ve cevaplarınızı desteklemekte kullanabileceğiniz verileri ortaya koymak ve tartışmanızı odaklamak için aşağıdaki soruları kullanın.

- Çalıştığımız bileşiklerin davranışlarında benzerlik veya farklılıklar var mı?
- Bileşikler ısıtıldığında hangi reaksiyon(lar) olmuştur?
- Soğuduğunda katıya su eklediğinizde ne oldu? Bu herhangi bir şeyi ispatlar mı?
- Tek tek katıların % bileşimi hakkında elde ettiğiniz kantitatif verilerden herhangi bir çıkarım veya genelleme yapabilir misiniz?
- Katının ısıtmadan önceki ve sonraki kütlesiyle ilgili herhangi bir çıkarım veya genelleme yapabilir misiniz?

### **Kavram Oluşturma:**

*Öğretmenin Notları:*

*Geliştirilecek kavramlar şunlardır:*

*Kimyasal özellikler yalnızca bir maddenin yapısını değiştirerek gözlenebilen özelliklerdir. Hidratlar belirli oranlarda kimyasal olarak bağlı su molekülleri içeren bir bileşikler sınıfıdır. Hidratlar ısıtıldıklarında kimyasal değişime uğrarlar ve kimyasal özellikleri değişir. Hidratlar ısıtıldıklarında su kaybederler ve oluşan ürünün kütlesi kullanılan reaktantın kütlesiyle orantılıdır (sabit oranlar kanunu). Hidratlar su moleküllerinin kimyasal olarak bağlandığı gerçek bileşiklerdir.*

Bu aşamada sizden bir grup olarak toplanmanız ve topladığımız verilerle sınıf tartışmasına katkıda bulunmanız istenecek. Öğretmeniniz ve siz bu verileri bir araya toplayacak ve gözlemlerinizi açıklamakta kullanabileceğiniz kavramları ortaya çıkaracaksınız.

### **Uygulama:**

Hidratlar saf maddelerin özel bir türüdür. Gözlemediğiniz gibi, genellikle diğer maddelere kıyasla sabit bir oranda su içeren kristalin materyallerdir. Isıtıldıklarında hidrasyon suyunu kaybedecek şekilde kimyasal reaksiyon vermeleri hidratların kimyasal özelliğidir.

Aktivitenizin bu kısmında Rehberli soruşturma aşamasında çalıştığınız hidrattaki hidrasyon suyunun yüzdesini mümkün olduğu kadar doğru bir şekilde belirleyecek ve bu bilgiyi hidratın formülünü çıkarmada kullanacaksınız.

Hidratize bir bileşiğin genel formülü  $T(H_2O)_x$  şeklinde yazılabilir. Burada x tuzun (T) her bir iyonik formül birimiyle birleşen su moleküllerinin göreceli katsayısını simgeler.

Rehberli Soruşturma aşamasında elde ettiğiniz verileri kullanarak x in değerini belirleyin ve hidratize tuzun ampirik formülünü ifade edin.

Yukarıda belirlenen x değerini kullanarak, hidrat ısıtıldığında meydana gelen reaksiyon için denkleştirilmiş bir eşitlik yazın. Verilerden ampirik formülü ve kimyasal eşitliği belirlemede kullanılan mantığı kısaca açıklayın.

**Teknik-3: Isıtma Sonucunda Meydana Gelen Kantitatif Değişimleri Belirleme**

İyice temizlenmiş ve kurutulmuş bir kroze ve kroze kapağının kütlesini bulun.

Isıtılacak katının bir numunesini alın ve yaklaşık bir gram numuneyi krozeye yerleştirin. Terazide kroze, kapak ve numuneyi tartın. Krozeyi kil üçgene yerleştirin. Başlangıçta yavaşça daha sonra kuvvetlice ısıtın ve krozenin dibi kızardığında yaklaşık 10 dakika boyunca ısıtmayı sürdürün. Krozeyi ortalayacak şekilde kroze kapağını kapatın ve oda sıcaklığına kadar soğutun. Soğumuş krozeyi kapak ve içindekilerle birlikte tartın.



## LABORATUVAR AKTİVİTESİ-4 KİMYASAL DEĞİŞİMLER VE ENERJİ

### Gösterim:

#### *Öğretmenin Notları:*

*Bu gösterimde, az miktarda amonyum nitrat 100 mL suya ilave edilir. Katı çözüldüğünde sıcaklık önemli derecede düşer. Sonra katı kalsiyum klorür suya eklenir ve suyun sıcaklığı artar.*

#### *İşlem:*

- 1. Geniş bir behere 100 mL su koy ve sıcaklığını kaydet.*
- 2. Suyu 10-15 gram amonyum nitratı hızlıca ilave et.*
- 3. Öğrencilerin katı çözünürken sıcaklıktaki değişime dikkat etmelerini sağla.*
- 4. Başka bir geniş behere 100 mL su koy ve sıcaklığını kaydet.*
- 5. Behere hızlıca 10-15 gram kalsiyum klorür ekle ve öğrencilerin sıcaklıktaki artışa dikkat etmelerini sağla.*

*Tartışmayı 1-4. sorulara odakla. Olası tüm açıklamaları toplamaya çalış.*

Maddeler değişime uğradığında enerji değişimlerine ilişkin düşünceleriniz neler? Öğretmenin yaptığı gösterimi gözlemlen. Gösterimi iyice düşün ve aşağıdaki soruları cevapla.

1. Bu reaksiyonların pratik bir kullanımını düşünebiliyor musunuz?
2. Suyu  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ilave edilince sıcaklık neden düşer ve suya  $\text{CaCl}_2$  ilave edilince sıcaklık neden artar.
3. Eğer eklediğimiz miktarın iki katı kadar katı ilave etseydik sıcaklık daha fazla artar veya azalır mıydı?
4. Çözeltinin ısısı ne anlama gelir?

### **Rehberli Soruşturma:**

#### *Öğretmenin Notları:*

*Aktivitenin bu kısmında öğrenciler, ısının (endotermik ve ekzotermik) reaksiyonlarla ilişkili olduğunu ve ısı miktarının doğrudan reaktant miktarı ile orantılı olduğunu göstermek için diğer sistemlerdeki sıcaklık değişimlerini inceleyecekler.*

Gözlediğiniz olayı iyice düşünüp şu soruları cevaplayınız: Isı enerjisi çözünme olayıyla daima ilişkili midir? Eğer öyleyse, ısı miktarı çözünen madde miktarıyla orantılı mıdır? Isı yayılacağı veya absorblanacağı tahmin edilebilir mi?

Şu maddelerden 2'şer gram alın: susuz  $MgSO_4$ ,  $NaNO_3$ ,  $NaCl$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $NH_4Cl$  ve  $NaOH$ .

Kalitatif araştırma için; 50 mL'lik bir behere 25 mL saf su koyabilir ve  $0,1^\circ C$ 'ye duyarlı termometreyi kısıkaç kullanarak sıvının içine bırakabilirsiniz.(Beherin herhangi bir hareketi termometreyi etkileyebileceğinden termometrenin beherin dibine değmediğinden emin olun). 2 g madde numunesini suya ekleyin, 15 saniye dikkatlice karıştırın ve gözlemlerinizi kaydedin.

- 1- Bu verilerden hangi sonuçlar çıkarılabilir?
- 2- Kullanılan madde miktarı ve sıcaklık değişimine ilişkin bir tahminde bulunabilir misiniz? (örneğin; suyun hacmi sabit kalırsa daha fazla madde sıcaklığı daha fazla artırır.)

Çalışmak için maddelerden birisini seçerek tahmininizi test edin. Bir beher kullanarak 3 ila 8 gram madde numunesini tam olarak tartın. Polistiren bir kabın dibinden 2 cm yukarıda olacak şekilde  $0,1^\circ C$ 'ye duyarlı bir termometreyi kaba yerleştirin. (Bir pipet, mezür veya büret kullanarak) tam 100 mL su ekleyin ve zaman-sıcaklık verilerini kaydederken karıştırın (Veriler her 30 saniyede bir alınmalıdır). Birkaç dakika sonra (veya sıcaklık sabit kalana kadar) verileri



kaydetmeye devam ederken maddeyi şiddetlice karıştırarak ekleyin. Karıştırma ve veri kaydetme maddenin çözünmesinden sonra 5-10 dakika daha devam etmelidir. Verilerden yararlanarak reaksiyon için sıcaklık değişimini belirleyin ve bu deneyi farklı büyüklükteki madde örneklerini kullanarak tekrar edin.

Rehberli soruşturmanın sonuçlarını tartışmak için üç kişilik bir grup içinde çalışın. Verileri grafiğe geçirin (Örn; iki farklı büyüklükte örnek için sıcaklık-zaman grafiği). Çizdiğiniz eğrinin her bölümünde ne olduğunu ve eğrinin hangi kısmının çözünme reaksiyonu için sıcaklık değişimi,  $\Delta T$ 'yi gösterdiğini düşünün. Sonuçlarda bir düzenin olup olmadığını belirleyin ve verilerden çıkarılabilecek genellemeleri açıkça belirtin.

Rehberli Soruşturmada elde ettiğiniz ve cevaplarınızı desteklemekte kullanılabilecek verileri ortaya koymak ve tartışmanızı odaklamak için aşağıdaki soruları kullanın:

- 3- Bu verilerden hangi sonuçlar çıkarılabilir? Bazı bileşiklerin davranışlarındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir? Bu veriler bütün kimyasal reaksiyonlara ilişkin herhangi bir genellemeyi gösterir mi? Herhangi bir genelleme yapabiliyorsanız bunu cebirsel bir eşitlikle gösterebilir misiniz?
- 4- Aşağıdaki eşitliği kullanarak her bir reaksiyonun ısısını, Q, hesaplayınız;  
 $Q = m \times c \times \Delta T$  (c = 4,18 j/g °C; m yoğunluğu 1g/mL kabul edilen suyun kütlesidir.)
- 5- Reaksiyon karışımıyla ilgili olan ısı değişimi aynı zamanda reaksiyonun entalpi değişimine de ( $\Delta H$ ) eşittir. Böylece aşağıdaki eşitliği yazabiliriz:

$$Q_{\text{reaksiyon}} = \Delta H_{\text{reaksiyon}} = - Q_{\text{su}}$$

### **Kavram Oluşturma:**

*Öğretmenin Notları:*

*Geliştirilecek kavramlar şunlardır:*

*Isı (endotermik ve ekzotermik) reaksiyonlarla ilgilidir ve ısı miktarı direkt olarak reaksiyona girenlerin miktarı ile orantılıdır. Bu çözünme reaksiyonları, iyonların ayrılmasını ve iyonların hidrasyonunu içerir. Isı akışının yönü, iyonik bağı kırmak için gereken ısı ve bu iyonlar su molekülleriyle birleştiğinde salınan ısı arasındaki yarışmaya bağlıdır.*

*Rehberli Soruşturmada incelenen reaksiyonların bazıları bir kalorimetrede yapıldı. Kalorimetre duvarları izole edilmiş basit bir kaptır, öyle ki kalorimetrenin içeriğiyle çevre arasında herhangi bir ısı alışverişi olmaz. Kalorimetre içinde kimyasal reaksiyonlar olabilir veya ısı içeriğin bir kısmından diğer kısmına geçebilir ancak çevreden kalorimetreye veya kalorimetreden çevreye ısı akışı olmaz.*

Bu kısımda sizden bir grup olarak toplanmanız ve topladığımız verilerle sınıf tartışmasına katkıda bulunmanız istenecek. Öğretmeniniz ve siz bu verileri bir araya toplayacak ve gözlemlerinizi açıklamakta kullanılabilen kavramları ortaya çıkaracaksınız.

### **Uygulama:**

*Öğretmenin Notları:*

*Aktivitenin bu bölümünde, öğrenciler kalorimetre prensiplerini kullanarak bir metalin spesifik ısısını belirleyecekler. Her bir öğrenci grubuna geniş bir test tüpünde şu metallerden 50 şer gram verilmelidir: Pb, Cu, Zn veya Al. Öğrencilere metalin spesifik ısısını belirlemek için Teknik-4'ü kullanmaları önerilir. Kullanılacak metallerin spesifik ısıları şöyledir: Pb=0,129j/g°C, Cu=0,385j/g°C, Zn=0,389j/g°C ve Al=0,900j/g°C.*

Aktivitenin bu bölümünde, yukarıda geliştirilen basit kalorimetre kavramlarını kullanacaksınız. Kalorimetre kavramlarının bazı uygulamaları şunlardır: (1) Bir elementin ısı kapasitesinin belirlenmesi; (2) Bir reaksiyon için  $\Delta H$ 'ın belirlenmesi; (3) Çözeltinin diğer ısılarının belirlenmesi.

Bu aktivitede, bilinmeyen bir metalin spesifik ısını belirleyeceksiniz. Isınmış metal daha soğuk bir suya bırakıldığında, ısı metalden suya akar ve karışımın sıcaklığı metal ile suyun ilk sıcaklıkları arasında dengelenir. Sıcaklığı değiştiğinde bir maddenin aldığı veya verdiği ısı maddenin kütlesi, sıcaklığındaki değişme ve spesifik ısından yararlanılarak hesaplanabilir.

Kalorimetreden çevreye ısı kaybının olmadığı, kalorimetre duvarının absorbe ettiği ısının önemsiz olduğu ve metalden akan ısı miktarının su tarafından absorbe edilen ısı miktarına eşit olduğu kabul edilir. Yani;  $Q_{su} = Q_{metal}$  ve  $Q = mc\Delta T$  olduğundan su ve metal arasında alınıp verilen ıyı şöyle ifade edebiliriz;

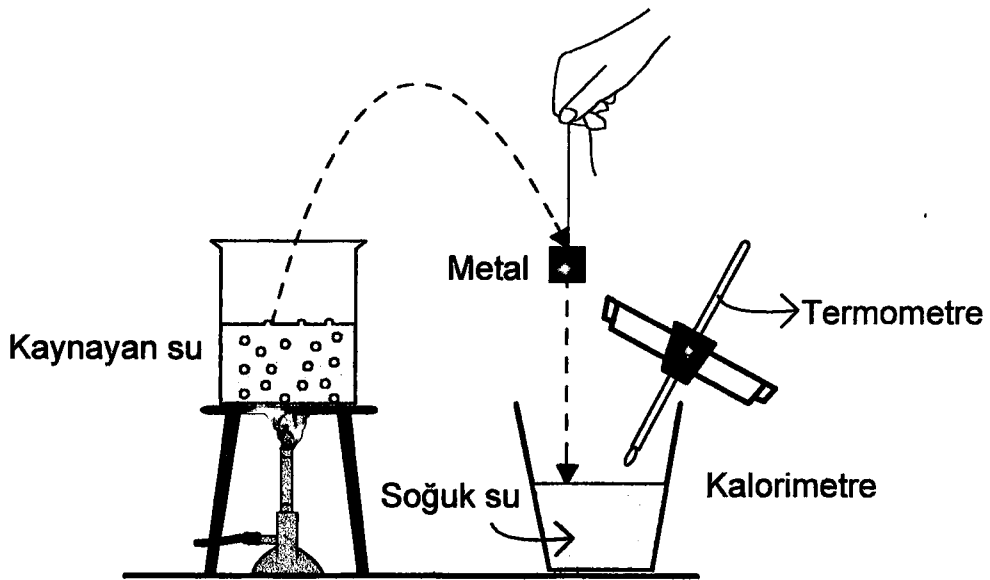
$$m_{su} \times c_{su} \times \Delta T_{su} = - m_{metal} \times c_{metal} \times \Delta T_{metal}$$

Suyun spesifik ısı 4,184 j/g°C'dir. Su ve metalin kütlelerini ve de ilk ve son sıcaklıklarını ölçerek bilinmeyen bir metalin spesifik ısını hesaplayabiliriz. Şimdi bilinmeyen bir metalin spesifik ısını belirlemek için bir deney planlayın. Planladığınız deneyin etkinliği hakkında öğretmeninize danışmaktan çekinmeyin. (Öğrenciler deney planlamakta zorlanırlarsa Teknik-4'deki yöntemi önerebilirsiniz.)

#### Teknik-4: Bir Metalin Spesifik Isısını Belirleme

Bir metal seçin ve seçtiğiniz metalin kütlesini ölçün. Yaklaşık 30 cm uzunluğunda, ucu ilmik haline getirilmiş ince bir bakır tel kullanarak metal numunesini 250 mL'lik bir behere koyun. Beheri yarısına kadar suyla doldurun ve suyu kaynama noktasına kadar ısıtın. Su kaynama noktasına kadar ısıtılırken kalorimetre kabının kütlesini belirleyin. Kalorimetreye 100 mL çeşme suyu koyun. Kalorimetre kabının ve suyun kütlesini belirleyin. 250 mL'lik beherdeki su kaynamaya başladığında bir termometreyle suyun sıcaklığını ölçün. Metal numunesi kaynayan suyun içinde ısındığı için kaynayan suyun sıcaklığı aynı zamanda metalin sıcaklığıdır.

Daha sonra kalorimetre içindeki suyu karıştırın ve suyun sıcaklığını  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  hassasiyetle ölçün. Termometrenin uç kısmının suya tamamen daldığından emin olun. Sıcaklığı ölçtükten sonra ince bakır tel yardımıyla metal numunesini kaynayan sudan çıkarın ve metal üstündeki su tamamen buharlaşınca kadar metali suyun hemen üstünde tutun. Sonra metali hızlıca kalorimetre içindeki soğuk suya bırakın (Şekil-2'ye bakınız) ve kalorimetrenin kapağını kapatın. Kalorimetre içindeki metali çalkalayın ve suyu karıştırın. Kalorimetre içindeki karışımın sıcaklığını en yüksek noktaya ulaştığında  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  hassasiyetle dikkatlice ölçün.



## LABORATUVAR AKTİVİTESİ-5

### ASİTLER ve BAZLAR

#### **Gösterim:**

*Öğretmenin Notları:*

*I [0,1 M NaOH], II [0,1 M HCl], III [0,1 M CH<sub>3</sub>COOH] ve IV [0,1 M Ca(OH)<sub>2</sub>] ile etiketlenmiş dört çözeltiyi öğrencilere göster ve bu çözeltilerin bir öğrencinin hazırladığı 0,1 M HCl, 0,1 M CH<sub>3</sub>COOH, 0,1 M NaOH ve 0,1 M Ca(OH)<sub>2</sub> çözeltisi olduğunu, ama öğrencinin şişeleri etiketlemeyi umutduğunu söyle.*

*Sonra II çözeltisinden iki deney tüpüne 5 mL ve IV çözeltisinden iki deney tüpüne 5 mL koy. Önce II [HCl] ve IV [Ca(OH)<sub>2</sub>] çözeltisine bir parça Mg şerit at ve öğrencilerin meydana gelen değişimlere dikkat etmelerini sağla, sonra II ve IV çözeltilerine bir damla fenolftalein çözeltisi ekle ve öğrencilerin renk değişimine dikkat etmelerini sağla. Tartışmayı aşağıdaki sorulara odakla. Öğrencilerden olası tüm açıklamaları toplamaya çalış.*

Öğretmeninizin yaptığı gösterimi gözlemleyin. İyiye düşünün ve aşağıdaki soruları cevaplayın:

- 1- II ve IV çözeltilerine Mg eklendiğinde ne gözlediniz?
- 2- II ve IV çözeltilerine fenolftalein çözeltisi eklendiğinde ne gözlediniz?
- 3- I, II, III ve IV ile etiketlenmiş şişelerde hangi çözeltinin olduğunu bulmanın bir yolu var mıdır?

#### **Rehberli Soruşturma:**

*Öğretmenin Notları:*

*Öğrenciler aktivitenin bu aşamasında çeşitli asit/baz çözeltileriyle çalışacaklar. Asit/bazların çeşitli maddelerle etkileşimini inceleyerek asit/baz*

*çözeltilerinin genel özelliklerini ortaya çıkaracaklar. Gözledikleri reaksiyonları gösteren eşitlikler yazmaya çalışacaklar. Ayrıca kuvvetli ve zayıf asit/baz çözeltileriyle çalışarak bu kavramlarla ilgili ön kavramlarını oluşturacaklar. Ayrıca monoprotik ve poliprotik asitlerin bazlarla etkileşimini inceleyecekler.*

Öğretmeninizin yaptığı gösterimi iyice düşünüp aşağıdaki soruları cevaplayınız:

- Asit ve baz çözeltilerinin özellikleri nelerdir?
- Asitler ve bazlar arasında hangi benzerlikler ve farklılıklar vardır?
- Bütün asit/baz çözeltileri aynı özellikleri mi gösterir?
- Asit/baz çözeltileri alt gruplara ayrılabilir mi?
- Aynı derişimdeki bütün asit/baz çözeltilerinin pH'ı / pOH'ı aynı mıdır?

Bu sorulara cevap bulmak için aşağıdaki materyallerle çalışıp kalitatif ve kantitatif veriler toplayın;

- a) - 0,1 M HCl, 0,1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,1 M CH<sub>3</sub>COOH, 0,1 M NaOH, 0,1 M Ca(OH)<sub>2</sub>, 0,1 M NH<sub>3</sub> ve saf su. [bu maddelerden her denemeniz için yaklaşık 5 mL kullanın] Bu çözeltilerin her birinin aşağıdaki maddelerle etkileşimini inceleyin.
- Mavi turnusol kağıdı
  - Kırmızı turnusol kağıdı
  - pH kağıdı
  - Fenol ftalein (1 damla)
  - Metil Oranj (1 damla)
  - Mg şerit (yaklaşık 0,5 cm)
  - CaCO<sub>3</sub> (spatül ucuyla)
  - Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> çözeltisi (1 damla)

[NOT: 1- pH kağıdı ve turnusol kağıtlarıyla yapacağınız denemelerde kuru ve temiz bir bageti çözeltiliye daldırın, sonra bagecin çözeltiliye daldırılmış ucunu

pH kağıdına veya turnusol kağıdına değdirin. İşleminiz bittikten sonra bageti temizleyip kurulayın.

2- Mg şerit ve  $\text{CaCO}_3$  ile yapacağınız denemelerde, ilavelerinizi denemelerden sonra deney tüpünün ağzını saat camıyla kapatıp birkaç dakika bekleyin, sonra deney tüpünün ağzına yanan bir kibrit yaklaştırarak saat camını çekin.]

b) Bir deney tüpüne 5 mL 0,1 M NaOH çözeltisi koyun. Çözeltiye 1-2 damla fenol ftalein çözeltisi ekleyin ve çözeltinin rengine dikkat edin. Çözeltiye damla damla 0,1 M HCl çözeltisi ekleyin ve her ilaveden sonra çözeltiyi çalkalayın. Kalıcı bir renk değişimi olunca ilaveyi kesin ve eklediğiniz HCl çözeltisinin damla sayısını kaydedin.

b kısmındaki işlemi 0,1 M HCl çözeltisi yerine 0,1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  çözeltisi kullanarak tekrarlayın.

Yaptığınız denemelerin sonuçlarını bir tabloda özetleyin.

Teker teker bütün çözeltilerden bir deney tüpüne alın ve basit bir iletkenlik ölçerle çözeltilerin iletkenliğini test edin. Bu denemenizin sonuçlarını da tabloya ekleyin.

Rehberli soruşturma aşamasında yaptığınız denemelerin sonuçlarını tartışmak için üç kişilik gruplar halinde çalışın. Rehberli soruşturma aşamasında elde ettiğiniz ve cevaplarınızı desteklemekte kullanabileceğiniz verileri ortaya koymak ve tartışmanızı odaklamak için aşağıdaki soruları kullanın.

- a) - Çalıştığımız çözeltileri benzer özelliklerine göre gruplandırdığımızda en az kaç grup olmalıdır?
- Her grupta hangi maddeler var? Bunların benzer özellikleri nelerdir?
  - Gruplar arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir?
  - $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  eklediğinizde gözlediğiniz reaksiyonların herhangi biri için bir eşitlik yazabilir misiniz?

- Mg şerit ve  $\text{CaCO}_3$ 'ün verdiği reaksiyonların herhangi biri için bir eşitlik yazabilir misiniz?
- Aynı derişimdeki bütün asit çözeltilerinin pH'ı aynı mıdır?
- pH kağıdı ve iletkenlik testlerinden elde ettiğiniz sonuçlar arasında bir ilişki var mı? Bu sonuçlardan bir çıkarım yapabilir misiniz?
- b) - HCl ile NaOH ve  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ile NaOH arasındaki reaksiyon için bir eşitlik yazabilir misiniz?
- b kısmında kullandığınız HCl ve  $\text{H}_2\text{SO}_4$  çözeltilerinin damla sayılarını karşılaştırın. İki reaksiyon arasındaki benzerlikler ve farklılıklar nelerdir? Bu verilerden herhangi bir sonuç çıkarabilir misiniz?

Grup içinde tartışmanızı bitirip çıkarımlarınızı yaptıktan sonra gösterim aşamasında öğretmeninizin size gösterdiği I, II, III, IV etiketli şişelerdeki çözeltilerden birinden 20 mL alın ve bu çözeltinin ne olduğunu bulmak için bir strateji planlayın. Gerekli gördüğünüz denemeleri yaparak çözeltinin ne olduğunu bulun. Stratejinizi ve elde ettiğiniz verileri nasıl kullandığınızı kısaca açıklayın.

### **Kavram Oluşturma:**

*Öğretmenin Notları:*

*Geliştirilecek kavramlar şunlardır:*

*Çözeltiler asidik, bazik ve nötral olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Asidik çözeltiler mavi turnusol kağıdını kırmızıya çevirirler, aktif metallere reaksiyon vererek  $\text{H}_2$  gazı oluştururlar, karbonatlarla reaksiyonlarında  $\text{CO}_2$  gazı açığa çıkar, elektriği iletirler ve pH'ları 7'nin altındadır. Bazik çözeltiler kırmızı turnusol kağıdını maviye çevirirler, elektriği iletirler ve pH'ları 7'nin üstündedir. Nötral çözeltilerin pH'ı 7'dir.*

*Asitler ve bazlar kendi içlerinde kuvvetli ve zayıf olmak üzere iki gruba ayrılabilirler. %100 iyonlarına ayrışarak çözünen asit/bazlara kuvvetli asit/baz denir. %100 den daha az iyonlarına ayrışarak çözünen asit/bazlara zayıf asit/baz*



*denir. Kuvvetli ve zayıf asit/bazlar arasındaki fark aynı derişimdeki çözeltilerinin pH'ları ve iletkenlikleri arasındaki farktan anlaşılabilir.*

*Asit/bazlar ayrıca monoprotik veya poliprotik olarak iki gruba ayrılabilir. Bir mol poliprotik asit/baz çözüldüğünde ortama birden fazla mol  $H^+/OH^-$  iyonu verir. Bir asit/bazın monoprotik veya poliprotik olması verdiği reaksiyonun stokiyometrisini etkiler.*

*Bir maddenin asit veya baz olması onun kimyasal bir özelliğidir. Bazı maddeleri bu kimyasal özelliğinden yararlanarak birbirinden ayırabiliriz.*

Aktivitenizin bu kısmında sizden bir grup olarak toplanmanız ve topladığınız verilerle sınıf tartışmasına katkıda bulunmanız istenecek. Öğretmeniniz ve siz bu verileri bir araya toplayacak ve gözlemlerinizi açıklamakta kullanabileceğiniz kavramları ortaya çıkaracaksınız.

### **Uygulama:**

Günlük yaşantımızda kullandığımız bir çok madde asit veya baz içerir. Örneğin sirkeler aktif madde olarak asetik asit ( $CH_3COOH$ ) içerirler. Aktivitenizin bu kısmında sirkedeki asetik asit miktarını belirlemek için asetik asit ile NaOH arasındaki reaksiyondaki kantitatif ilişkileri kullanacaksınız.

Her grup için gerekli malzemeler şunlardır:

- 50 mL'lik bir büret
- 250 mL'lik bir erlen
- Standart NaOH çözeltisi
- Fenolftalein indikatörü
- Sirke numunesi

Gerekli verileri toplamak için Teknik-5'te önerilen yöntemi kullanabilirsiniz. Veriler toplandığında gerekli hesaplamaları yaparak sirkedeki asetik asidin yüzdesini bulun.

### **Teknik-5: Sirkedeki Asetik Asit Yüzdesinin Belirlenmesi**

Bir pipetle 5 mL sirke numunesini 250 mL'lik kuru ve temiz bir erlene koyun. Erlene 25 mL saf su ve 2-3 damla fenolftalein indikatör çözeltisi ekleyin.

Büretinizi temizleyin ve saf su ile çalkalayın. Sonra büreti üç defa birkaç mL standart NaOH çözeltisiyle çalkalayın, her defasında büretin duvarları çözeltiyle ıslanmalı ve sonra çözelti büretin musluğundan atılmalıdır. Büreti standart NaOH çözeltisiyle doldurun ve musluğu büretin ucunun dolması için kısa bir süre açın. Çözeltinin büretteki seviyesini 0,02mL hassasiyetle okuyun ve kaydedin.

Erlenin altına renk değişimlerini daha kolay görebilmek için bir parça beyaz kağıt koyun. Fenolftaleinin damla damladığı andaki renge ve çözelti karıştırıldıktan sonraki renge dikkat ederek NaOH çözeltisini büretten erlene aralıklı olarak ilave edin. NaOH çözeltisini eklediğin sürece erlendeki çözeltiyi yavaşça ve sürekli olarak çalkala. Pembe renk daha yavaş kaybolmaya başladığında NaOH çözeltisini damla damla ilave etmeye başla. Soluk pembe rengin karıştırmadan sonra 20-30 saniye kaldığı anda titrasyonu kes. Yaklaşık 30 saniye bekledikten sonra NaOH in büretteki seviyesini okuyun ve kaydedin.

Eklenen NaOH hacmi  $\pm 0,1$  mL aralığında oluncaya kadar titrasyonu tekrarlayın.

$$M_{H^+} \times V_{Asit} = M_{OH^-} \times V_{Baz}$$

eşitliğini kullanarak asetik asidin molaritesini ve gram miktarını bulun. Sonra 100 mL sirkedeki asetik asidin gram miktarını hesaplayarak sirkedeki asetik asit yüzdesini hesaplayın.

## LABORATUVAR AKTİVİTESİ-6

### KİMYASAL KİNETİK

#### Gösterim:

*Öğretmen Notları:*

- 1- 250 mL'lik bir behere 100 mL 3 M HCl koy. Yaklaşık 5 cm uzunluğunda Mg şerit ekle. Tartışmayı 1-4. sorulara odakla.
- 2- 250 mL'lik iki behere 100 er mL 3 M HCl koy. Birisine küçük bir parça Mg diğerine aynı miktarda Al ekle. Tartışmayı 5-6. sorulara odakla.  
*Öğrencilerden olası tüm açıklamaları toplamaya çalış.*

Öğretmeninizin yaptığı gösterimi izleyin ve aşağıdaki soruları cevaplayın,

- 1- Mg metaline ne oldu? Bir kimyasal reaksiyon olduğunu söyleyebilir misiniz?  
(Gaz çıkışı)
- 2- Reaksiyon ne kadar sürdü? Bunu nasıl ölçebilirsiniz?
- 3- Mg ile HCl arasındaki reaksiyon daima aynı hızda mı olur? Bu reaksiyonun hızını etkileyen faktörler var mıdır?
- 4- Reaksiyon hızı ile neyi kastediyoruz? Reaksiyon hızı nasıl ölçülebilir? Birimi ne olabilir?

Öğretmeniniz şimdi Mg ve Al metalini HCl çözeltisine ekleyecek. Bu gösterimi izleyin ve aşağıdaki soruları cevaplayın,

- 5- Sizce iki reaksiyon aynı sürede mi tamamlanacak?
- 6- Bu iki reaksiyonun hızı arasında bir karşılaştırma yapabilir miyiz? Cevabınız evetse nasıl yapabiliriz?

### **Rehberli Soruşturma:**

#### *Öğretmen Notları:*

*Aktivitenin bu kısmında öğrenciler reaksiyon hızının nasıl ölçülebileceğine ilişkin bir fikir geliştirecekler (örn: harcanan Mg metalinin kütlesi/zaman). Öğrenciler ayrıca reaksiyon hızını etkileyen faktörleri (konsantrasyon, yüzey alanı, sıcaklık, reaktantların doğası ve katalizör) inceleyip bu değişkenlerin reaksiyon hızını nasıl etkilediğine ilişkin kalitatif çıkarımlar yapacaklar.*

Gözlemlediğiniz olayları iyice düşünüp şu soruları cevaplayınız;

- HCl ile reaksiyona giren bütün metaller için reaksiyon hızı aynı mıdır? [iki farklı metalin HCl ile verdiği reaksiyonun hızları karşılaştırılabilir mi?]
- Reaksiyon hızını hangi değişkenler etkileyebilir?
- Sıcaklığın reaksiyon hızına bir etkisi var mıdır? Bunu nasıl belirleyebilirsiniz?
- Metalin şerit halinde veya toz halinde olması reaksiyon hızını etkileyebilir mi?
- Mg ile HCl arasındaki reaksiyon daima aynı hızda mı olur? Kullanılan HCl çözeltisinin derişimi reaksiyon hızını etkiler mi?
- Katalizörler reaksiyon hızını nasıl etkiler?

Bu sorulara cevap bulmak için aşağıdaki materyallerle çalışın;

- Mg şerit (0,5 cm uzunluğunda), 3,0 M HCl, 1,5 M HCl, 1,0 M HCl, 0,5 M HCl, 0,25 M HCl, 0,1 M HCl. Deney tüpü.
- Mg, Al, Zn, Cu, Fe ve 3,0 M HCl (20 damla), deney tüpü.
- Granüle CaCO<sub>3</sub>, toz CaCO<sub>3</sub>, Zn, toz Zn, 3,0 M HCl (30 damla), deney tüpü.
- Mg şerit (0,5 cm uzunluğunda), 3 mL su 1 mL 3,0 M HCl, sıcak su banyosu, soğuk su banyosu, deney tüpü.
- 2 mL 0,01 M KMnO<sub>4</sub>(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile asitlendirilmiş), 5 mL 0,02 M H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, sıcak su banyosu, soğuk su banyosu deney tüpü.
- 2 mL 0,01 M KMnO<sub>4</sub>(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile asitlendirilmiş), 5 mL 0,02 M H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 5 damla 0,01 M MgSO<sub>4</sub>(katalizör), deney tüpü.

Çalışmanızın her aşamasında gözlemlerinizi kaydedin. Denemelerinizin sonuçlarını tartışmak için 3 kişilik bir grup içinde çalışın. Rehberli soruşturma aşamasında elde ettiğiniz ve cevaplarınızı desteklemekte kullanılacak verileri ortaya koymak ve tartışmanızı odaklamak için aşağıdaki soruları kullanın.

- Elde ettiğiniz verilerden hangi sonuçlar çıkarılabilir?
- Bir reaksiyon daima aynı hızda mı olur?
- Reaksiyon hızını etkileyen faktörler var mıdır?
- Elde ettiğiniz verilerden yararlanarak herhangi bir genelleme yapabilir misiniz?

### **Kavram Oluşturma:**

*Öğretmen Notları:*

*Geliştirilecek olan kavramlar şunlardır:*

*Farklı kimyasal reaksiyonlar farklı hızlarda olur. Hatta aynı kimyasal reaksiyon farklı şartlarda farklı hızlarda olur. Bir kimyasal reaksiyonun hızını belirleme belli miktar reaktantın harcanması veya ürünün oluşması için geçen zamanı belirlemeyi gerektirir. Reaksiyon hızını çeşitli faktörler etkiler; reaktantın cinsi, konsantrasyon, sıcaklık, yüzey alanı ve katalizör. Sıcaklık arttıkça endotermik veya ekzotermik bütün reaksiyonların hızı artar. Katı bir maddeyi içeren reaksiyonlarda katının yüzey alanı arttıkça reaksiyon hızı artar. Derişim arttıkça reaksiyon hızı artar. Katalizör aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyon hızını artırır.*

Aktivitenizin bu kısmında sizden bir grup olarak toplanmanız ve topladığınız verilerle sınıf tartışmasına katkıda bulunmanız istenecek. Öğretmeniniz ve siz elde edilen verileri bir araya getirecek ve gözlemlerinizi açıklamakta kullanılacak kavramları ortaya çıkaracaksınız.

### Uygulama:

Aktivitenizin bu kısmında  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (sodyum tiosülfat) ile HCl arasındaki reaksiyonun hızının tiosülfat iyonu konsantrasyonuna nasıl bağlı olduğunu inceleyeceksiniz. Her bir grup aşağıdaki materyalleri kullanacaktır;

- Deney tüpü
- 0,2 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- 3,0 M HCl
- Üzerine büyük bir 'X' işareti çizilmiş beyaz bir kağıt.

Gerekli verileri toplamak için aşağıdaki tekniği kullanabilirsiniz.

- Bir deney tüpüne 10 damla 0,2 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ve 40 damla su ekleyip karıştırın.
- Tüpe 5 damla 3,0 M HCl ekleyin ve zamanı kaydedin.
- Tüpü çalkalayıp beyaz kağıttaki 'X' işareti üzerine koyun.
- 'X' işaretine tüp üzerinden dikey bakarak X'i görmediğiniz an zamanı kaydedin. Oluşan katı kükürtten dolayı X işaretini görmediğiniz an reaksiyon tamamlanmıştır.
- Farklı derişimlerde  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  çözeltisi hazırlamak için 20, 30, 40, 50 damla  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  çözeltisi kullanarak yukarıdaki işlemleri tekrarlayın, her bir durumda toplam hacim 50 damla olacak şekilde su ilave edin. (örn: 20 damla  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  çözeltisi için 30 damla su ilave edin)
- Seyreltilmiş çözeltilerdeki (asit ve su ilavesinden sonra)  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  iyonu konsantrasyonunu bulun. Her bir  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  iyonu konsantrasyonu için ortalama reaksiyon hızı  $1/\text{zaman (s)}$  ile orantılıdır.
- Elde ettiğiniz verileri grafiğe geçirin ve bu reaksiyon için  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  iyonu konsantrasyonu ile reaksiyon hızı arasındaki ilişkiyi bulun.

## LABORATUVAR AKTİVİTESİ-7

### KİMYASAL DENGE

#### Gösterim:

##### *Öğretmenin Notları:*

*1.gösterim: bir deney tüpüne 0,1M CuSO<sub>4</sub> çözeltisi koy. Renk değişimi oluncaya kadar 1M NH<sub>3</sub> çözeltisi ekle ve öğrencilerin renk değişimine dikkat etmelerini sağla. Renk değişimi olduktan sonra çözeltiliye damla damla 1M HCl çözeltisi ekle ve rengin tekrar eski haline dönmesini sağla. Tartışmayı 1-2. sorulara odakla. Öğrencilerden olası tüm açıklamaları toplamaya çalış.*

*2.gösterim: Bu gösterimde, iki deney tüpüne yaklaşık 5 mL 1M CoCl<sub>2</sub> çözeltisi koy. Çözeltilerden birisini su banyosunda ısıt ve öğrencilerin ısıtılan çözeltinin rengindeki değişime dikkat etmesini sağla. Tartışmayı 3. ve 4. sorulara odakla. Daha sonra ısıtılan çözeltiyi buz banyosunda soğut ve öğrencilerin çözeltinin rengindeki değişime dikkat etmelerini sağla. Öğrenciler 5. soruyu cevaplamalıdır. Daha sonra soğutulan çözeltiye renk değişimi oluncaya kadar damla damla derişik HCl çözeltisi ekle ve öğrencilerin renk değişimine dikkat etmelerini sağla. Çözeltiliye saf su ekle ve öğrencilerin çözeltinin tekrar orijinal rengine dönmesine dikkat etmesini sağla. Tartışmayı 6-8. sorulara odakla. Olası tüm açıklamaları toplamaya çalış.*

Öğretmeninizin yaptığı gösterimi gözlemleyin. İyice düşünün ve aşağıdaki soruları cevaplayın:

- 1- NH<sub>3</sub> ilavesiyle renk değişimini nasıl açıklarsınız?
- 2- Çözeltiliye HCl ilave edildiğinde ne olmasını beklersiniz?
- 3- Çözeltilinin ısısı artırıldığında renk neden değişir?
- 4- Isıtılan çözeltiyi tekrar soğutursak ne olmasını beklersiniz?
- 5- Isı etkisiyle meydana gelen renk değişimlerini nasıl açıklarsınız?
- 6- Derişik HCl ilavesiyle renk değişimini nasıl açıklarsınız?

- 7- Isının artırılmasının ve derişik HCl ilavesinin renk değişiminde aynı etkiyi göstermesini nasıl açıklarsınız?
- 8- Çözeltinin renginin tekrar orijinal rengine döndürülebilmesini nasıl açıklarsınız?

### **Rehberli Soruşturma:**

#### *Öğretmenin Notları:*

*Aktivitenin bu kısmında öğrenciler, ısıdaki ve dengede yer alan bir türün derişimindeki değişimin kimyasal bir denge sistemini nasıl etkilediğini göstermek için çeşitli sistemlerle çalışacaklar.*

Gözlemlediğiniz olayları iyice düşünüp aşağıdaki soruları cevaplayınız:

- Çözeltilerin renklerinin tekrar eski haline döndürülebilmesi neyi gösterir?
- Isı enerjisinin kimyasal olarak dengedeki bir sisteme etkisi ne olabilir?
- Isı enerjisi ile kimyasal denge arasında daima bir ilişki var mıdır?
- Öğretmenin yaptığı 2.gösterimde niçin derişik HCl çözeltisi kullanılmıştır, derişik HCl çözeltisi yerine başka bir çözelti kullanılarak aynı etki gözlenebilir mi?

Bu soruları cevaplarırken kurduğunuz hipotezleri test etmek için aşağıdaki materyalleri kullanarak bir deney planlayınız;

- 0,2M NiCl<sub>2</sub>, 1M NH<sub>3</sub>, 1M HCl
- 0,2M CoCl<sub>2</sub>, 1M NH<sub>3</sub>, 1M HCl
- 0,2M CoCl<sub>2</sub>, Der. HCl, Doygun NaCl
- 0,2M CoCl<sub>2</sub> (suda), 0,2M CoCl<sub>2</sub> (etil alkolde),

Rehberli soruşturma aşamasında yaptığınız denemelerin sonuçlarını tartışmak için üç kişilik gruplar halinde çalışın. Rehberli soruşturma aşamasında elde ettiğiniz ve cevaplarınızı desteklemekte kullanabileceğiniz verileri ortaya koymak ve tartışmanızı odaklamak için aşağıdaki soruları kullanın.



- 1- Çözeltilerin renklerinin tekrar eski haline döndürülebilmesi neyi gösterir?
- 2- Isı enerjisinin kimyasal olarak dengedeki bir sisteme etkisi ne olabilir?
- 3- Isı enerjisi ile kimyasal denge arasında daima bir ilişki var mıdır?
- 4- Öğretmenin yaptığı 2.gösterimde niçin derişik HCl çözeltisi kullanılmıştır, derişik HCl çözeltisi yerine başka bir çözelti kullanılarak aynı etki gözlenebilir mi?
- 5- Bu verilerden hangi sonuçlar çıkarabilirsiniz?
- 6- Elde ettiğiniz verilerden yararlanarak bir genelleme yapabilir misiniz?

### **Kavram Oluşturma:**

*Öğretmenin Notları:*

*Geliştirilecek kavramlar şunlardır:*

*Kimyada bir çok reaksiyon tek yönlü değildir ve tersinirdir. Yani çoğu kimyasal reaksiyonda girenler %100 ürünlere dönüşmez. Başlangıçta reaktantlar beklenen ürünleri oluştururlar fakat bir süre sonra reaktantların ve ürünlerin derişimleri değişmez. Bu durum kimyasal sistemin reaktantların birleşerek ürünleri oluşturduğu oranda ürünlerin de birleşerek reaktantları oluşturduğu bir hale ulaştığını gösterir. Bu durum bütün tersinir reaksiyonların karakteristiği olan dinamik dengenin bir ifadesidir. Kimyasal denge ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olduğunda kurulur.*

*Bu aktivitede dengeyi etkileyen iki faktör incelenmiştir; sıcaklık ve derişim. LeChatelier prensibine göre denge sisteminde bir türün derişimi veya sıcaklık değişirse, denge bu derişimi azaltacak yönde hareket eder.*

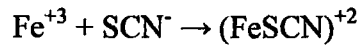
Aktivitenizin bu kısmında sizden bir grup olarak toplanmanız ve topladığınız verilerle sınıf tartışmasına katkıda bulunmanız istenecek. Öğretmeniniz ve siz bu verileri bir araya toplayacak ve gözlemlerinizi açıklamakta kullanabileceğiniz kavramları ortaya çıkaracaksınız.

**Uygulama:**

$aA + bB \rightleftharpoons cC$  şeklinde tersinir bir reaksiyon için denge sabiti  $K$ ;  

$$K = \frac{[C]^c}{[A]^a [B]^b}$$
 şeklinde ifade edilir.  $K$ 'yı bulmak için her bir maddenin konsantrasyonunu bilmek gerekir.

Bir kimyasal reaksiyonda, maddelerin konsantrasyonlarını bulmanın çeşitli yöntemleri vardır. Bunların içinde basit bir yöntem kolorimetrik olarak konsantrasyon belirlenmesidir. Bir çözeltinin gözlenen renk şiddeti, renkli maddenin konsantrasyonuna ve çözeltinin derinliğine bağlıdır. Bu çözeltiye yukarıdan bakılarak gözlenen renk şiddeti konsantrasyon hakkında bilgi verir. Bir tüp içindeki renkli bir maddenin 0,1 M çözeltisinin 2 cm yüksekliğindeki miktarına yukarıdan bakınca gözlenen renk yoğunluğu, 0,2M çözeltinin 1 cm yüksekliğindeki miktarında gözlenen renk yoğunluğuyla aynıdır. Aynı şekilde eşit olmayan konsantrasyonlarda iki çözelti seçilirse ve bunların derinlikleri birbirleri ile aynı renk şiddeti verecek şekilde ayarlanırsa; konsantrasyonların oranı, derinliklerin oranı ile ters orantılı olur ( $h_1 C_1 = h_2 C_2$ ). Bu tür kıyaslamaların standart bir çözelti ile yapılması gerekir.



Bu reaksiyonda renkli tek madde  $(FeSCN)^{+2}$  dir. Bu nedenle kolorimetrik yöntem  $(FeSCN)^{+2}$  iyonunun konsantrasyonunu belirlemede kullanılabilir. Standart çözelti aşırı miktarda  $Fe^{+3}$  iyonunun, düşük konsantrasyonlu  $SCN^-$  çözeltisine katılması ile olur. Böylece  $SCN^-$ 'nin tamamı  $(FeSCN)^{+2}$  ye dönüşür. Böyle hazırlanan bir çözeltide  $(FeSCN)^{+2}$ 'nin konsantrasyonu,  $SCN^-$ 'nin başlangıç konsantrasyonuna eşit olur.

0,2 M  $Fe^{+3}$  ve  $2 \times 10^{-3}$  M  $SCN^-$  çözeltilerini kullanarak yukarıda anlatılan kolorimetrik metotla  $(FeSCN)^{+2}$ 'nin oluşumu için  $K$ , denge sabitini bulunuz.

## LABORATUVAR AKTİVİTESİ-8

### YÜKSELTGENME İNDİRGENME REAKSİYONLARI

#### **Gösterim:**

##### *Öğretmenin Notları:*

*İki deney tüpüne 5 mL 3,0 M HCl çözeltisi koy ve tüplerden birisine küçük bir parça Zn diğerine küçük bir parça Cu metali koy. Öğrencilerin Zn eklenen deney tüpünde gaz çıkışı olduğuna ve Zn metalinin gözden kaybolmaya başladığına dikkat etmelerini sağla. Tartışmayı 1-3. sorulara odakla. Olası tüm açıklamaları toplamaya çalış. Sonra büyük bir deney tüpüne 5 mL 0,01 M CuSO<sub>4</sub> çözeltisi koy ve bir Mg çubuk daldır. Öğrencilerin Mg çubuk üzerinde Cu metalinin biriktiğine ve çözeltinin mavi renginin solduğuna dikkat etmelerini sağla. Tartışmayı 4-6. sorulara odakla. Öğrencilerden olası tüm açıklamaları toplamaya çalış.*

Öğretmeninizin yaptığı gösterimi gözlemleyin. İyi düşünün ve aşağıdaki soruları cevaplayın:

- 1- HCl çözeltisine Cu ve Zn metali eklendiğinde ne gözlediniz?
- 2- Cu ve Zn metallere hangisinin daha aktif olduğu söylenebilir?
- 3- Bir CuSO<sub>4</sub> çözeltisine Mg çubuk daldırılırsa ne olmasını beklersiniz?
- 4- CuSO<sub>4</sub> çözeltisinin rengi niçin soldu?
- 5- Mg çubuk üstünde biriken nedir?
- 6- Cu ve Mg metallere hangisinin daha aktif olduğu söylenebilir?

#### **Rehberli Soruşturma:**

##### *Öğretmenin Notları:*

*Öğrenciler aktivitenin bu kısmında çeşitli metal ve metal iyonu çözeltileriyle çalışarak metallere aktiflik serisini ortaya çıkaracaklar. Ayrıca öğrenciler yarı-piller ve volta pilleri oluşturarak volta pillerinin potansiyellerini ölçecekler.*

*Öğrenciler pil potansiyelleri ve metallerin aktiflik sırasındaki yeri arasında ilişki kuracaklar ve çeşitli pil potansiyelleri arasındaki düzenlilikleri ortaya koyacaklar.*

Öğretmeninizin yaptığı gösterimi iyice düşünüp aşağıdaki soruları cevaplayınız:

a) Aktivitenizin bu kısmında Cu, Zn, Pb ve Fe metalleriyle  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  ve  $\text{Fe}^{+2}$  iyonlarını içeren çözeltiler kullanacaksınız

- Metallerin hidroklorik asitle reaksiyon verip vermediğine nasıl karar verdiniz?
- Mg metali  $\text{CuSO}_4$  çözeltisine daldırıldığında ne olmuştur?
- Farklı metaller farklı metal iyonlarını içeren çözeltilere daldırıldığında metallerle metal iyonları arasında nasıl bir reaksiyon olur? (Örn: Mg metali  $\text{CuSO}_4$  çözeltisine daldırıldığında)
- Yukarıdaki metallerden hangisi bütün metal iyonu çözeltileriyle reaksiyon verir?
- Yukarıdaki metalleri bir aktiflik sırasına koyabilir misiniz? Bu metallerden en aktif metal hangisidir? Bunu nasıl belirleyebilirsiniz?

b) Aktivitenizin birinci kısmını tamamladığınızda öğretmeniniz size bir yarı-pili ve bir volta pilini nasıl oluşturacağınızı ve de pil potansiyelini nasıl ölçeceğinizi gösterecektir. Bu kısımda Zn-Cu, Zn-Pb ve Pb-Cu pillerini inceleyeceksiniz. Deneyde Cu, Zn ve Pb elektrot ve 0,2 M  $\text{CuSO}_4$ , 0,2 M  $\text{ZnSO}_4$  ve 0,2 M  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  çözeltilerini kullanacaksınız.

- Zn-Cu, Zn-Pb ve Cu-Pb pillerinden hangisi en büyük pil potansiyeline sahiptir?
- Metallerin aktiflik sıraları ve volta pillerinin potansiyelleri arasında bir ilişki var mıdır?
- Zn-Cu, Zn-Pb ve Cu-Pb pillerinin voltajları arasında herhangi bir ilişki var mıdır? Benzer şekilde diğer piller için bir şey söylenebilir mi?

- Hangi pillerin potansiyeli daha büyük, hangi pillerin potansiyeli daha küçüktü?
- Volta pillerinde pil potansiyelinin büyüklüğü neyi gösterir?

Bu sorulara cevap bulmak için aşağıdaki materyallerle çalışıp kalitatif ve kantitatif veriler toplayın;

- c) - Cu, Zn, Pb ve Fe metalleri
- 0,1 M  $\text{CuSO}_4$ , 0,1 M  $\text{ZnSO}_4$ , 0,1 M  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  ve 0,1 M  $\text{FeSO}_4$
- d) (Aktivitenizin birinci kısmını tamamladığınızda öğretmeniniz size bir yarı-pili ve bir volta pilini nasıl oluşturacağınızı ve de pil potansiyelini nasıl ölçeceğinizi gösterecektir.)
- Zn, Cu ve Pb elektrot
  - 0,2 M  $\text{CuSO}_4$ , 0,2 M  $\text{ZnSO}_4$ , ve 0,2 M  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Elde ettiğiniz verileri bir tabloda özetleyin ve gözlediğiniz reaksiyonlar için denkleştirilmiş kimyasal eşitlikler yazmaya çalışın.

Rehberli soruşturma aşamasında yaptığınız denemelerin sonuçlarını tartışmak için üç kişilik gruplar halinde çalışın. Rehberli soruşturma aşamasında elde ettiğiniz ve cevaplarınızı desteklemekte kullanabileceğiniz verileri ortaya koymak ve tartışmanızı odaklamak için aşağıdaki soruları kullanın.

- a)
- Metallerin hidroklorik asitle reaksiyon verip vermediğine nasıl karar verdiniz?
  - Mg metali  $\text{CuSO}_4$  çözeltisine daldırıldığında ne olmuştur?
  - Farklı metaller farklı metal iyonlarını içeren çözeltilere daldırıldığında metallerle metal iyonları arasında nasıl bir reaksiyon olur? (Örn: Mg metali  $\text{CuSO}_4$  çözeltisine daldırıldığında)

- Yukarıdaki metallere hangisi bütün metal iyonu çözümleriyle reaksiyon verdi?
- Yukarıdaki metalleri bir aktiflik sırasına koyabilir misiniz? Bu metallere en aktif metal hangisidir? Bunu belirlerken hangi gözlemlerinizi kullandınız?

b)

- Zn-Cu, Zn-Pb ve Cu-Pb pillerinden hangisi en büyük pil potansiyeline sahiptir?
- Metallerin aktiflik sıraları ve volta pillerinin potansiyelleri arasında bir ilişki var mıdır?
- Hangi pillerin potansiyeli daha büyük, hangi pillerin potansiyeli daha küçüktü?
- Volta pillerinde pil potansiyelinin büyüklüğü neyi gösterir?
- Volta pillerinin potansiyeli hakkında hangi genellemeler yapılabilir?

### **Kavram Oluşturma:**

*Öğretmenin Notları:*

*Geliştirilecek kavramlar şunlardır:*

*Elektron alışverişinin meydana geldiği reaksiyonlara yükseltgenme indirgenme reaksiyonları denir. Bu reaksiyonlarda kendisi yükseltgenirken karşısındakini indirgeyen maddelere indirgen maddeler, kendisi indirgenirken karşısındakini yükseltgeyen maddelere ise yükseltgen maddeler denir. Metal ve metal iyonları arasındaki basit yerdeğiştirme reaksiyonları da bir yükseltgenme indirgenme reaksiyonudur. Bu reaksiyonlarda bütün metal iyonu çözümleriyle reaksiyon veren metal en aktif metaldir. Metallerin aktifliği standart indirgenme gerilimleriyle ilişkilidir. Bir metalin standart indirgenme gerilimi ne kadar küçükse (başka bir deyişle yükseltgenme eğilimi ne kadar fazlaysa) metal o kadar aktiftir. Bir elektrokimyasal pilde yükseltgenmenin olduğu elektroda anot, indirgenmenin olduğu elektroda ise katot denir. Elektrokimyasal pillerin pil potansiyeli belirlenirken katodu oluşturan metalin standart indirgenme potansiyeli ile anodu oluşturan*

*metalin standart indirgenme potansiyeli arasındaki fark alınır. ( $E^{\circ}_{pil} = E^{\circ}_{katot} - E^{\circ}_{anot}$ ) Anot ve katodu oluşturan iki metalin standart indirgenme potansiyelleri arasındaki fark büyüdükçe pil potansiyeli de artar. Dolayısıyla en aktif ve en az aktif metallerle oluşturulan pilin pil potansiyeli diğer pillerden daha büyük olacaktır. Aynı zamanda pil potansiyelinin büyüklüğü meydana gelen yükseltgenme indirgenme reaksiyonunun kendiliğinden olma eğiliminin büyüklüğünü de gösterir.*

Aktivitenizin bu kısmında sizden bir grup olarak toplanmanız ve topladığınız verilerle sınıf tartışmasına katkıda bulunmanız istenecek. Öğretmeniniz ve siz bu verileri bir araya toplayacak ve gözlemlerinizi açıklamakta kullanabileceğiniz kavramları ortaya çıkaracaksınız.

### **Uygulama:**

Aktivitenizin bu kısmında Zn-Cu, Zn-Pb ve Cu-Pb pillerinin potansiyelleri arasında bir ilişki olup olmadığını inceleyeceksiniz. Gerekirse pil potansiyellerini yeniden ölçün ve potansiyeller arasında herhangi bir ilişki görürseniz bu ilişkiyi matematiksel bir eşitlikle vermeye çalışın.