



**LİSE ÖĞRENCİLERİNİN MOL VE KİMYASAL HESAPLAMALAR
KONUSU İLE İLGİLİ PROBLEM ÇÖZME GÜÇLÜKLERİNİN
İNCELENMESİ**

Esra Kaya

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK,2022

TELİF HAKKI VE FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 24 (yirmidört) ay sonra tezdten fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Esra
Soyadı : KAYA
Bölümü : Kimya Eğitimi
İmza :
Teslim tarihi : 21.01.2022

TEZİN

Türkçe Adı : Lise Öğrencilerinin Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusu ile İlgili Problem Çözme Güçlüklerinin İncelenmesi

İngilizce Adı : Examining The Problem Solving Difficulties Of High School Students With Mol And Chemical Calculations

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazım sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Esra KAYA

İmza :

JÜRİ ONAY SAYFASI

Esra KAYA tarafından hazırlanan ‘‘Lise Öğrencilerinin Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusu ile İlgili Problem Çözme Güçlüklerinin İncelenmesi’’ adlı tez çalışması jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Hakkı KADAYIFÇI

.....

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Başkan : Doç. Dr. Şenol ŞEN

.....

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi)

Üye : Prof. Dr. Hüseyin AKKUŞ

.....

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi) Tez

Savunma Tarihi: 07.01.2022

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Yücel GELİŞLİ

Eğitim Bilimleri Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Çalışma boyunca her zaman bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, sabrıyla, desteğiyle ve insani duruşuyla örnek aldığım, zorluklarımı kolaylaştıran, yaşadığımız güç karantina sürecinde çalışmam ile ilgili hızlıca koşullara uygun planlar geliştiren ve beni hep motive ederek bu çalışmanın güzel sonuçlanmasını sağlayan, değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Hakkı KADAYIFÇI' ya;

Ders döneminde bilgisiyle aydınlatan ve çalışmanın geliştirilme aşamasında bize destek olan güler yüzlü hocam sayın Doç. Dr. Ayşe YALÇIN ÇELİK' e

Enerjisine hayran olduğum, adeta bir karınca gibi çalışan ve sürekli üreten, mesleğini aşkla yapan, tezimin en zor bölümlerine kolaylıkla ve sabırla yardım eden ve bu zorlu süreçte desteğini esirgemeyen akıl hocam ve sevgili arkadaşım Gülçin BARIŞ ve değerli eşine;

Bana bilgileriyle, hoşgörülü tavırları ve başarılarıyla her zaman idol olmuş, olaylara bakış açımızı geliştirmiş, kimyayı ve öğretmenliği sevdirmiş Gazi Üniversitesi Kimya Öğretmenliği Bölümü'nden çok değerli hocalarıma;

Çalışmama gönüllü olarak katılarak zorlu sorularıma içtenlikle yanıt veren, ne istediğini bilen, amaçları için çabalayan ve beni hep gururlandıran biricik öğrencilerime;

Hayatım boyunca her alanda beni gayretlendirip, tüm gücüyle beni destekleyen, yorulduğum zamanlarda elimden tutan, zorlu geçen tez yazma sürecimde bana sabreden annem Hacer KAYA ve babam Erdal KAYA' ya;

Hayatımı daha da eğlenceli hale getiren ve her zaman moral veren sevgi dolu kardeşlerim Mithat Can KAYA ve Şeyda KAYA' ya

Ve daimi destekçim, öğretmenlik gibi kutsal bir mesleği yapmak için beni teşvik eden ve bu alanda kendimi geliştirmem için beni yönlendiren, hayatın her anını birlikte yaşamaktan keyif aldığım yol arkadaşım Emre EKER'e teşekkür ederim.

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN MOL VE KİMYASAL HESAPLAMALAR KONUSU İLE İLGİLİ PROBLEM ÇÖZME GÜÇLÜKLERİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Esra Kaya
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ocak, 2022

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, kimya dersini almakta olan 11. ve 12. sınıf lise öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problemleri çözerken karşılaştıkları güçlükleri, incelemektir. Çalışmanın katılımcı grubunu, 2020-2021 öğretim yılı güz döneminde Ankara ilinin Yenimahalle ilçesinde bulunan özel bir lisedeki gönüllü öğrenciler oluşturmaktadır. Nicel ve nitel verilerin birlikte kullanıldığı çalışmanın araştırma deseni karma araştırma yöntemlerinden açıklayıcı ardışık desendir. Mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusunda belirlenen 13 kavramı ölçen bilgi testi, katılımcıların problem çözüm basamaklarını yazmaları ve çözümlerini değerlendirmeleri için verilmiş algoritmik problemleri içeren problemler testi araştırmacılar tarafından geliştirilmiş, ölçeklerin kapsam geçerliği için uzman görüşünden faydalanılmıştır. Çalışmada öncelikle katılımcıların konuyla ilgili sahip oldukları kavramlarını belirlenmek amacıyla 15 adet çoktan seçmeli maddeden oluşan bilgi testi uygulanmıştır. Bilgi testinin güvenilirliğinin uygun olduğu belirlenmiştir. Ardından, katılımcılardan konuyla 15 adet algoritmik problemi çözmeleri ve çözümleriyle ilgili öz değerlendirme kısımlarını doldurmaları istenmiştir. Ölçekteki problem çözüm kısmının için yapılan güvenirlik çalışmasında kodlayıcılar arasında

önemli derecede uyum belirlenmiştir. Ölçeğin öz değerlendirme kısmının güvenilirliği de uygun bulunmuştur. Uygulamanın ardından 20 katılımcı ile problem çözümleri hakkında geriye dönük yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Çalışmada 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusu ile ilgili kavramsal başarıları ve problem çözme performansları belirlenmiştir. Ardından tüm katılımcıların (i) kavram bilgisi, (ii) çözüm yoluna ulaşabilme ve (iii) matematiksel işlem yapma açısından problem çözme becerileri detaylı olarak araştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda 11. ve 12. sınıfların bilgi testinden elde edilen başarıları arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Katılımcıların bilgi testindeki üst düzey başarılarına karşın, ilgili kavramların kullanıldığı problemlerde doğru sonuca ulaşma performanslarının daha düşük olduğu ve yine 11. ve 12. sınıfların problem çözüm başarıları arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Kavram bilgisi ve problem çözme becerileri benzer olan iki grubun öz değerlendirme bölümüne verdikleri yanıtlara göre 11. sınıf katılımcılarının 12. sınıf katılımcılarına göre özgüveninin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre katılımcıların bazı kavramlarda zorlandıkları, bildikleri kavramları problem çözüm basamaklarına yeterince yansıtamadıkları belirlenmiştir. Ayrıca problem testinde basamak sayısı arttıkça başarının genellikle düştüğü görülmüştür. Basamakların ardışık olması da soruyu doğru çözen katılımcı sayısını etkilemiştir. Zihinsel işlemler açısından bakıldığında mol kütlesi gibi bazı kavramların zihinden kolayca çözülebildiği; mol yöntemi ve tepkime verimi kavramlarında zihinden çözüldüğünde sıkça hata yapıldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Mol kavramı, kimyasal hesaplamalar, problem çözme, zihinsel işlemler

Danışman : Doç. Dr. Hakkı KADAYIFÇI

EXAMINING THE PROBLEM SOLVING DIFFICULTIES OF HIGH SCHOOL STUDENTS AT DIFFERENT LEVELS WITH MOL AND CHEMICAL CALCULATIONS IN TERMS OF MENTAL PROCESSES

(Master Thesis)

Esra Kaya

GAZI UNIVERSITY

**GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL
SCIENCES**

January, 2022

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the difficulties encountered by 11th and 12th grade students who are taking chemistry lessons, by comparing them while solving algorithmic problems on mole and chemical calculations. The participants group of the study consists of voluntary students who are taking education in the fall season of 2020-2021 academic year in a private school in Yenimahalle district of Ankara. The research method of the study is explanatory sequential design which is one of the mixed research methods. The test measuring 13 concepts about mole and chemical calculations, and the test including algorithmic problems given to the participants to make them write the problem solution steps and evaluate their own solutions were developed by researchers, and to provide content validity experts' opinions are regarded. In the study, at first, a knowledge test consisting of 15 multiple-choice items was applied to determine the concepts about the subject known by the participants. After that, the participants were asked to solve 15 algorithmic problems on the subject and fill in the self-evaluation parts related to their solutions. It was determined that the reliability values of the scales used were appropriate. After

the application, a retrospective semi-structured interview was conducted with 20 participants about problem solutions. In the study, the conceptual achievements and problem solving performances of 11th and 12th grade students on the subject of mole and chemical calculations were determined. Then, the problem solving skills of all participants in terms of (i) concept knowledge, (ii) being able to reach the solution, and (iii) performing mathematical operations were investigated in detail. As a result of the study, it was determined that there was no significant difference between the achievements of the 11th and 12th grades. Despite the participants' high-level success in the knowledge test, it was determined that their performance in achieving the correct result in the problems using the relevant concepts was lower and there was no significant difference between the problem solution success of the 11th and 12. According to the responses of the two groups with similar conceptual knowledge and problem solving skills to the self-assessment department, it was observed that the 11th grade participants had higher self-confidence than the 12th grade participants. According to the findings obtained from this research, it was determined that the participants had difficulties in some concepts and that they could not adequately reflect the concepts they knew to the problem solving steps. In addition, it was observed that the success generally decreased as the number of steps in the problem test increased. Also, the succession of the steps affected the number of participants who answered the questions correctly. From the point of view of mental operations, it was seen that some concepts such as molar mass can be easily solved mentally but, it was seen that mistakes were made frequently in the operations when the mole method and reaction efficiency concepts were solved mentally.

Key Words : Mol concept, chemical calculations, problem solving, mental processes

Page Number

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Hakkı KADAYIFÇI

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE FOTOKOPİ İZİN FORMU.....	i
YAZARIN.....	i
TEZİN	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZ.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvi
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Nedir?	1
1.2. Problem Türleri.....	1
1.3. Problem Çözme Basamakları	2
1.3.1 Fen Eğitiminde Problem Çözme ve Problem Türleri.....	5
1.4. İlgili Araştırmalar	6
1.5. Problem Durumu	8
1.5.1. Alt Problemler	8

1.6.	Araştırmanın Amacı	9
1.7.	Araştırmanın Önemi.....	9
1.8.	Araştırmanın Sınırlılıkları	10
1.9.	Tanımlar.....	10
BÖLÜM II		11
YÖNTEM.....		11
2.1	Araştırmanın Modeli	11
2.2	Katılımcılar	12
2.3	Verilerin Toplanması.....	13
2.3.1	Veri toplama Araçları	13
2.4	Verilerin Analizi.....	19
2.4.1	Bilgi Testinin Kodlanması ve Analizi.....	19
2.4.2	Problemler Testinde Net Sonuçların Kodlanması ve Analizi	19
2.4.3	Problemler Testinde Bulunan Problem Basamaklarının Kodlanması ve Analizi..	19
2.4.4	Öz değerlendirme Bölümünün Kodlanması ve Analizi.....	20
2.4.5	Görüşmelerden Elde Edilen Verilerin Analizi	21
BÖLÜM III.....		22
BULGULAR VE YORUM.....		22
3.1.	Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	22
3.1.1	11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusundaki Algoritmik Problemleri Çözmede Kullanılan Kavramları Bilmelerinin Ortalamaları Arasında Fark Var mıdır?	23
3.1.2	11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusundaki Problem Çözme Net Puanlarının Ortalamaları Arasında Fark Var mıdır?	23
3.1.3.	11. ve 12.Sınıf Öğrencilerin Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusundaki Başarılı Oldukları Problem Çözme Basamaklarının Ortalama Puanları Arasında Fark Var mıdır?	24
3.1.4.	11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Problem Çözümleri Konusundaki Öz Değerlendirmeleri Arasında Fark Var mıdır?.....	24
3.1.5.	11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Problem Çözümü ve Öz Değerlendirme Uyumları Arasında Fark Var mıdır?	25

3.2.Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	26
3.2.1 Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusu Bilgi Testinde Kavramların Başarısı	27
3.2.2.Problem Basamaklarında 1 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	28
3.2.3.Problem Basamaklarında 2 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	28
3.2.4.Problem Basamaklarında 3 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	29
3.2.5.Problem Basamaklarında 4 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	29
3.2.6.Problem Basamaklarında 5 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	29
3.2.7.Problem Basamaklarında 6 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	30
3.2.8.Problem Basamaklarında 7 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	30
3.2.9.Problem Basamaklarında 8 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	31
3.2.10.Problem Basamaklarında 9 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	31
3.2.11.Problem Basamaklarında 10 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	32
3.2.12.Problem Basamaklarında 11 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	32
3.2.13.Problem Basamaklarında 12 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	32
3.2.14.Problem Basamaklarında 13 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri	33
3.3.Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum	33
3.3.1.Problem Testinde 1 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri	33
3.3.2.Problem Testinde 2 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri	34
3.3.3.Problem Testinde 3 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri	35
3.3.4.Problem Testinde 4 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri	36
3.3.5.Problem Testinde 5 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri	36
3.3.6.Problem Testinde 6 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri	37
3.3.7.Problem Testinde 7 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri	38
3.3.8.Problem Testinde 8 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri	39
3.3.9.Problem Testinde 9 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri	40
3.3.10.Problem Testinde 10 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri.....	41
3.3.11.Problem Testinde 11 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri	42

3.3.12.Problem Testinde 12 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri.....	42
3.3.13.Problem Testinde 13 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri.....	43
3.3.14.Problem Testinde 14 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri.....	44
3.3.15.Problem Testinde 15 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri.....	45
3.4.Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum.....	46
3.4.1.Doğru İşlemler Yapılan Kavramlar ve Problem Basamakları.....	46
3.4.2.Yanlış İşlemler Yapılan veya Yanlışın Tam Olarak Tespit Edilemediği Kavramlar ve Problem Basamakları.....	47
3.4.Araştırmanın Beşinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum.....	47
BÖLÜM IV.....	55
SONUÇ VE TARTIŞMA.....	55
4.1. Birinci Alt Problemden Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma.....	55
4.2. İkinci Alt Problemden Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma.....	56
4.3.Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	59
4.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	60
4.5 Beşinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	61
BÖLÜM V.....	62
ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR.....	64
EKLER.....	71
EK1 Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Bilgi Soruları.....	72
EK2 Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusunda Problemler.....	75
EK3 Görüşme Soruları.....	79
EK4 Katılımcıların Bazı Özellikleri.....	80
EK5 Katılımcıların Bilgi Testinde Verdikleri Yanıtlar.....	81

EK6 Katılımcıların Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusu ile İlgili Problemler Testinden Aldıkları Net Puanlar.....	83
EK7 Katılımcıların Öz Değerlendirme Testine Verdikleri Yanıtlar.....	85
EK8 Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusu ile İlgili Problemler Testinin Çözüm Basamakları.....	87
EK9 Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusu ile İlgili Problemler Testinde Bulunan Basamaklara Ait Katılımcıların Aldıkları Kodlar.....	91
EK10 İkinci Kodlayıcı İçin Hazırlanan Rubrik.....	95
EK11 Çalışma ile İlgili Resmi Onay ve İzinler.....	97



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Katılımcıların Bazı Özellikleri.....	27
Tablo 2 11. Ve 12. Sınıf Öğrencilerinin 10. Sınıftaki Karne Başarılarının Mann- Whitney U Testi ile Karşılaştırılması	27
Tablo 3 Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusunda Araştırmada Kullanılan Kavramlar ve Tanımlar.....	30
Tablo 4 Konusunda Bilgi Testinde Kavramların Sorulara Göre Kullanımı.....	31
Tablo 5 Problemler Testinde Kavramların Numaraları ve Ölçülen Problem Basamakları	32
Tablo 6 Problemlerin Çözüm Basamaklarında Kullanılan Kodlar ve Anlamları.....	35
Tablo 7 Sınıf Seviyeleri Arasındaki Normal Dağılım Testi	37
Tablo 8 11. Ve 12. Sınıf Öğrencilerinin Bilgi Testi Ortalamalarının Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması	38
Tablo 9 11. Ve 12. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Net Puan Ortalamalarının Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması	38
Tablo 10 11. Ve 12. Sınıf Öğrencilerinin Başarılı Oldukları Problem Çözme Basamakları Ortalamalarının Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması.....	39
Tablo 11 Öz Değerlendirme Bölümüne Verilen Cevaplar.....	39
Tablo 12 Problem Çözümü ile Özdeğerlendirme Uyumu.....	40
Tablo 13 Problem Çözümü ile Öz Değerlendirme Uyumu Hakkındaki Chi-Square Tablosu.....	41
Tablo 14 Mol Ve Kimyasal Hesaplamalar Konusunda Bilgi Testine Verilen Cevaplar.....	42
Tablo 15 Mol Sayısı (kütleli) kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....	43
Tablo 16 Mol Kütleli Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı	

<i>Değerleri.....</i>	<i>43</i>
<i>Tablo 17 Avogadro Hipotezi Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>44</i>
<i>Tablo 18 NŞA 'da 1 Mol Gazın Hacmi Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>44</i>
<i>Tablo 19 Mol Sayısı (tanecik) Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>44</i>
<i>Tablo 20 Avogadro Sayısı Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>45</i>
<i>Tablo 21 Mol Yöntemi Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>45</i>
<i>Tablo 22 Tepkime Denklemi Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>46</i>
<i>Tablo 23 Sınırlayıcı Bileşen Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>46</i>
<i>Tablo 24 Tam Verim Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>46</i>
<i>Tablo 25 Saflık Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>47</i>
<i>Tablo 26 Bileşik/ Molekül Formülü Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>47</i>
<i>Tablo 27 Tepkime Verimi Kavramının Problemler Testinde Kullanımına Ait Başarı Değerleri.....</i>	<i>48</i>
<i>Tablo 28 Problem Basamaklarında Kağıt Üzerinde Açıkça Doğru Çözülen ve Zihinden Doğru Çözülen Kavramlara Ait Bulgular.....</i>	<i>62</i>
<i>Tablo 29 Problem Basamaklarında Kağıt Üzerinde Açıkça Yanlış Çözülen, Zihinden Yanlış Çözülen ve İşlem Hatası Yapılan Kavramlara Ait Bulgular.....</i>	<i>62</i>
<i>Tablo 30 Katılımcılar ile Yapılan Görüşmelerden Elde Edilen Veriler.....</i>	<i>63</i>

ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil 1</i> Problem çözümünde yürütülen basamaklar (Ennis, R. H. (1987). Eleştirel düşünme. eğilimlerinin ve yeteneklerinin taksonomisi; Quellmalz, E. S. (1987). Akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesi.)	18
<i>Şekil 2</i> Matematik ve fen disiplinlerinde problem çözme basamakları (Akben, N. (2018). Effect of concept cartoons used in teaching the mole concept. New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences, 5(6), 157-160).....	19
<i>Şekil 3</i> Croswell'in Açıklayıcı Ardışık Deseni Temsil Eden Diyagramı.....	26
<i>Şekil 4</i> Veri Toplama Araçlarının Hazırlanma Süreci.	29
<i>Şekil 5</i> 1 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri	49
<i>Şekil 6</i> 2 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri	49
<i>Şekil 7</i> 3 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri	50
<i>Şekil 8</i> 4 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri	51
<i>Şekil 9</i> 5 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri.....	52
<i>Şekil 10</i> 6 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri	53
<i>Şekil 11</i> 7 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri.....	54
<i>Şekil 12</i> 8 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri.....	55
<i>Şekil 13</i> 9 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri	56
<i>Şekil 14</i> 10 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri	56
<i>Şekil 15</i> 11 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri	57
<i>Şekil 16</i> 12 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri.....	58
<i>Şekil 17</i> 13 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri.....	59

<i>Şekil 18</i> 14 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri	60
<i>Şekil 19</i> 15 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları Sıralaması ve Başarı Değerleri	61



BÖLÜM I

GİRİŞ

Kimya dersinde öğrencilerin başarılı olmakta zorlandığı birçok konu vardır. Öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği konulardan biri de mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusudur. Özellikle maddelerin değişimini açıklayan kimyasal tepkimeler; mol, kütle, tanecik ve bunların hesaplamalarına dayalıdır. Mol kavramını uygun olarak kavrayamayan öğrenciler bunu izleyen konuları anlamakta zorluk çekmektedirler (Akbal, 2009). Aydın (2011) yaptığı çalışmada öğrencilerin mol kavramı ile ilgili kavramsal başarıları ile molü stokiyometrik işlemlere uygulayabilme başarıları arasında ilişki olduğundan bahsetmiştir.

1.1. Problem Nedir?

Problem sözcüğü Latince kökenli problema sözcüğünden türemiş, Türkçede “sorun” sözcüğüne karşılık gelmektedir. Türk Dil Kurumu sözlüğünde ise “teoremler veya kurallar yardımıyla çözülmesi istenen soru” olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2021). Lovett (2002) çalışmasında geçerli durum ile hedef arasında bir engel çıktığında bu engelin nasıl aşılacağı hemen açıkça görülmediği durum olarak problemi tanımlamıştır.

1.2. Problem Türleri

Matematiksel problemler; “kapalı uçlu problemler”, “açık uçlu problemler” ve “araştırmalar-projeler” olmak üzere üç başlık altında toplanmaktadır (Akben, 2019). Kapalı uçlu problemlerde gerekli bilgiler problem ifadesinde yer alır ve doğru cevap basit yollarla bulunabilir. Bu tür problemler kendi içerisinde “rutin” ve “rutin olmayan” problemler olmak üzere iki gruba ayrılır. Rutin (sıradan) problemler öğrenilmiş bilgi veya becerilere dayalı, dört işlem becerisi ile çözülebilen alıştırma düzeyindeki sorulardır. Verilerin organize edilmesini, sınıflandırılmasını ve ilişkileri görme becerisi gerektiren problemler de rutin olmayan (sıradışı) problemlerdir (Arslan ve Altun 2007). Akay (2006) çalışmasında tek bir cevabı olmayan,

günlük yaşamdaki problemleri kapsayan, eksik bilgi ve kabuller içeren problem türleri ise açık uçlu problemler olarak belirtmiştir.

1.3. Problem Çözme Basamakları

Problem çözüm basamakları birçok araştırmacı tarafından farklı şekillerde ortaya konmuştur. Şekil 1’de Ennis (1987) ve Quellmalz (1987) tarafından hazırlanan problem çözme basamakları verilmiştir.



Şekil 1: Problem çözümünde yürütülen basamaklar (Ennis, R.H. (1987). A Taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. J.B. Baron et R.J. Sternberg (ed.), Teaching thinking skills: Theory and practice (p. 9–25). New York (NY): W.H. Freeman, Quellmalz, E. S. (1987). Akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesi.)

Şekil 1’de verilen basamaklarda geçen muhakeme; düşünce, algı ve savlardan bir sonuç çıkarır (Johnson-Laird, 1999) ve problemler üzerinde çalışarak bir şeyin neden olduğunu veya ileride ne olacağını açıklamaya çalışır (Hunt, 1989). Muhakeme becerileri açıklık getirme, temel (dayanak), çıkarım ve değerlendirmeyi içerir (Ennis,1987; Quellmalz, 1987).

Açıklık getirmek için soruyu tanımlama ve formüle etme, öğeleri analiz etme ve terimleri tanımlama becerileri gerekir. Bu beceriler hangi durumda hangi öğelerin önemli olduğu, ne anlama geldiği ve nasıl bir ilişki içinde olduklarının belirlenmesinde kullanılır. Açıklık getirme problem çözmenin temsil aşamasına denk gelir; öğrenciler problemi tanımlayarak, açık bir zihinsel temsil elde etmeye çalışır. Problemi açıkça ifade etmeden akıl yürütme sürecinde pek üretken olunamaz (Schunk, 2009).

Temel; insanların, bir problemden çıkardıkları sonuçları kişisel gözlemleri, başkalarının ifadeleri ve geçmiş çıkarımlarıyla desteklemesidir. Bir kaynağın güvenilirliğini değerlendirmek önemlidir; kişi böylece gerçek, kanı ve muhakeme edilmiş yargı arasındaki farkı ayırt edebilir.

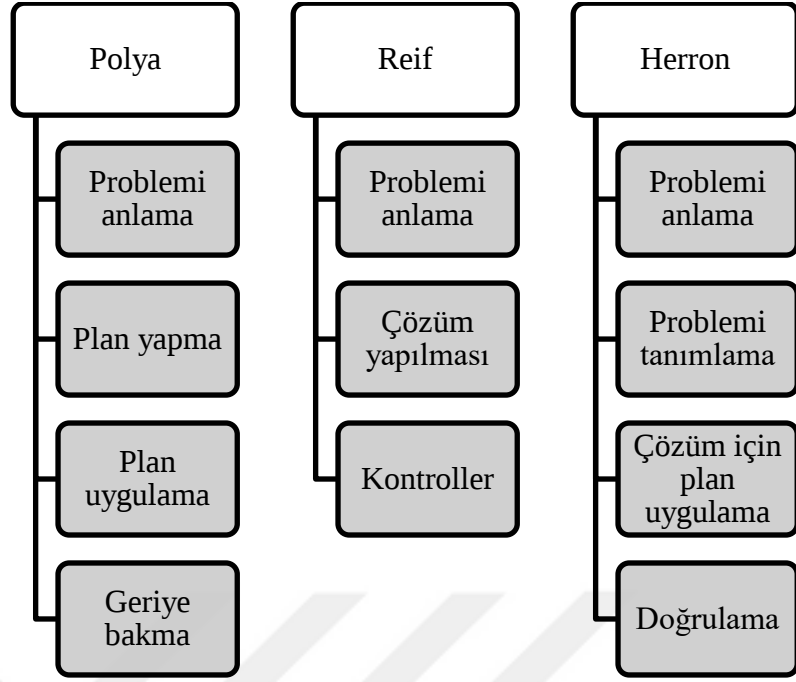
Çıkarım; fen muhakemesi, tümevarım ve tümdengelim ilkeleriyle işler. Tümevarım genel kuralların, ilkelerin ve kavramların gözlem ve örnek bilgilerinden yola çıkarak geliştirme sürecidir (Pellegrino, 1985); bir model ve buna bağlı tümevarım kurallarının belirlenmesini gerektirir (Hunt,1989). İnsanlar nesne ve olayların benzerliklerini ya da farklılıklarını belirleyip

genellemelere varıp, bunları da yeni deneyimlere uyguladıklarında tümevarımlı muhakeme yapar. Bireyler genellemelerini etkinlikleri devam ettiği kadar sürdürür; bunlarla bağdaşmayan deneyimlerle karşılaştıklarında ise değiştirir (Schunk, 2009). Tümevarımlı muhakemenin değerlendirmek için kullanılan çalışmalardan bazıları sınıflandırma, kavram ve analogi problemleridir. Uygun zihinsel işlemler bir çeşit üretim sistemini temsil eder. Kişi önce analogideki her terimin önemli niteliklerini zihinde temsil eder; uzun süreli bellekte terimlerle ilişkili ağları etkin hale getirir. Bu ağlar, terimlerin önemli niteliklerinin dahil oldukları ve kapsadıkları kavramları içerir.

Tümdengelim, bir problemin biçimsel modeline çıkarım kuralları uygulayarak özgün örneklerin mantiken uyup, uymadığını belirleme sürecidir. Birey tümdengelimli muhakeme yaptığında, genel kavramlardan özgün örneklerle ilerleyip, sonucun öncüle uyup uymadığını belirler. Tümdengelim öncüller doğru ise ve sonuç mantiken öncüllere uyuyorsa, geçerlidir. (Johnson-Laird, 1985, 1999).

Değerlendirme, kriterlere dayanarak problemin çözümünün yeterliğine karar vermektir. Değerlendirmede öğrenciler ‘veriler problemin çözümü için yeterli mi?’, ‘daha fazla bilgiye mi ihtiyaç var?’ ve ‘vardığım sonuçlar gerçeklere mi, kanılara mı yoksa muhakeme edilmiş yargılara mı dayanıyor?’ gibi soruları cevaplandırır. Değerlendirme aynı zamanda, daha sonra ne yapmak gerektiğinin kararlaştırmayı, yani o ana kadar olan problem çözümlerinin doğru olduğunu varsayarak, gelecekteki olaylar hakkında hipotezler formüle etmeyi de kapsar.

Akben (2018) tarafından yürütülen çalışmada ise problem çözme basamakları Şekil 2’te olduğu gibi gösterilmiştir.



Şekil 2: Matematik ve fen disiplinlerinde problem çözme basamakları (Akben, N. (2018).*Mol kavramının öğretiminde kullanılan kavram karikatürlerinin etkisi. Yeni Eğilimler ve Konular Beşeri Bilimler ve Sosyal Bilimler Bildirileri*, 5(6), 157-160.)

Öğrencilerin zihinsel işlem becerileri, kimya dersinde de okuduğunu anlama, yorumlayabilme, denklem kurabilme ve işlem yapıp sonuca ulaşabilmesi açısından oldukça önemlidir. Zihinsel işlemler, kişinin daha önceki öğrenmelerine ve işlem pratiğine dayanarak kavram bilgisini örtük olarak göstermesi, problem çözüm yolunu zihninde kurabilmesi veya işlemleri zihinden yapabilme yeteneğidir. Bu çalışmada lise öğrencilerinin kimya dersindeki mol ve kimyasal hesaplamalar konusunda problemleri çözme güçlükleri incelendi.

Aritmetik işlemleri yapabilme yeteneğinin gelişmesi kimya dersindeki başarıyı etkiler. Matematik öğretimi, bu konuda zorluk çeken öğrenci sayısı düşünüldüğünde çok önemlidir (Schunk, 2009).

Başarılı bir şekilde problem çözme, öğrencinin bilgi ve problem çözme becerisine bağlıdır. Mayer'e (1989) göre, kişi problem çözerken özellikle problem temsili ve çözüm planlama stratejilerine ihtiyaç duyar. Başka bir bilgi çeşidi ise üst bilişsel bilgidir. Bu da problem çözme sürecinin nasıl yönetildiği ile ilgilidir. Kontrol süreci kişinin çözümü uygulaması sırasındaki denetimlerinde etkindir ve işlemlerdeki hataların bulunmasında rol alır.

Brown ve Burton'un (1978) yaptıkları çalışmaya göre problemler çözerken çocuklar ve yetişkinler sık sık yöntemler geliştirirler. Burada hatalar genelde gelişigüzel olmaz; hatalı çözüm yolları genellikle düşünme ve muhakemedeki sistematik yanlışları yansıtır (Brown ve

Burton, 1978). Matematiksel hatalar, muhtemelen öğrencilerin yeni problemlerle karşılaşp yanlış genellemeleri sonucu ortaya çıkar. Hatalı çözüm yolları kalıcı olabilir ve yanlış özyeterlilik algısı yaratabilir (Schunk, 2009).

Schunk'a (2009) göre işlemsel zorluklardan bir diğeri de sayılarla ilgili zayıf bilgiye sahip olmaktır. Pek çok çocuğun belleğine basit sayıları içeren toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri iyi yerleşmemiştir. Bu da öğrencilerde pratik işlem yapma ve doğru sonuca ulaşma konusunda problemlere yol açmaktadır.

Öğrenciler mol ile ilgili soruları çözerken zihinsel işlemleri kullanırlar. Geçerli durum ile hedef durum arasında bir engel ortaya çıktığında bu engelin nasıl aşılacağı hemen açıkça görülemediğinde bir problem söz konusudur (Lovett, 2002). Yani psikologların tanımıyla problem zordur ve çözümü hemen kendini göstermez (Goldstein, 2013). Gestalt yaklaşımının temel düşüncelerinden biri, bir problemi başarılı bir şekilde çözmenin problemin zihindeki tasarımına dayanmasıdır (Goldstein, 2013). Mayer (1989), yaptığı çalışmada problem çözümünde önce problemin verilen bilgiler ve hedeflerle doğru olarak temsil etmeyi, daha sonra çözüme yönelik bir üretimin seçilip uygulanmasını gerektiğini belirtir. Bir problemi, dilbilimsel temsilden zihinsel temsile dönüştürmek genelde zordur.

Problem çözme becerileri kişinin hem sosyal yaşantısında hem akademik başarısında oldukça önemlidir. Bu nedenle tüm bu sorunlardan yola çıkarak bu araştırmada problem çözme becerileri incelenmiştir.

1.3.1 Fen Eğitiminde Problem Çözme ve Problem Türleri

Problem, gündelik hayatta sık sık kullandığımız bir kavramdır. Eğitim ve öğretimin temel amacı, öğrencileri gündelik yaşamda karşılarına çıkabilecek problemleri çözebilecek analitik beceriler kazandırmak olmalıdır. Dolayısıyla matematik ve fen, öğretim planının odak noktasıdır ve bütün öğretim planını etkilemektedir (Dede ve Yaman, 2006). Bu nedenle, problem çözme becerisinin kazanılamaması veya eksik kazanımı hem gündelik yaşantıyı etkiler hem de akademik başarıya olumsuz etki eder.

Turgut ve diğerler (1997), Dewey'in tanımlamasıyla problemin çözülme sürecinden bahsederken, kişiyi rahatsız eden, şüphe veya belirsizlikten bir problemin doğması, problemin tanımlanması, çözüm yollarının belirlenmesi, olası çözüm yollarının denenmesi adımları açıklamıştır. Problem çözme, bir sonuç değil, bir süreçtir. Bu yüzden problem çözmede başarı; öğrencilerin ilgi, beceri, motivasyon ve kendilerine olan güvenlerine bağlıdır. (Dede ve Yaman, 2006). Bunun yanında, öğrencilerin problem çözme süreciyle ilgili adımları bilmeleri ve

bunları problem çözümlerinde uygulayabilmeleri de önemlidir (Dede ve Yaman, 2006). Matematik ve fen problemlerinde, öğrencilerin bilgiyi ezberleme yerine kavrayarak öğrenmeleri çok önemlidir. Bu nedenle, bu becerinin kazanılması diğer becerilerin kazanılmasında da anahtar role sahiptir (Dede ve Yaman, 2006). Ülkemizde, temeli matematik uygulamalarına dayanan fen konularında öğrencilerin matematik işlem becerilerini doğru bir şekilde kullanamamaları, eğitim sisteminin önemli parçası olan fen eğitiminin sorunlarından biri olarak görülmektedir. (Konur ve Pırasa, 2008).

Fen derslerindeki problem türleri dikkate alındığında bunların “algoritma (sayısal)” ve “kavram” olmak üzere iki genel grupta ele alındığı görülmektedir (Nakiboğlu ve Kalın, 2003). Kavramsal sorularla öğrencilerin kavramı nasıl tanımladığı ve yorumladığı belirlenmeye çalışılır (Watkins ve Hattie, 1985). Bu nedenle bu tür soruların cevaplandırılması derinlemesine anlamayı gerektirir. Algoritmik (sayısal) soruların sorulduğu sınavlarda başarılı olan öğrencilerin, kavramsal içerikli problemlerde aynı başarıyı elde edememesi, ezberlenen formüllerle problemlerin çözülebileceğini fakat bunun kavramların öğrenildiği anlamına gelmediğini göstermektedir (Nakhleh ve Mitchell, 1993). Kısacası, ancak kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirebilen öğrenciler, bu bilgilerini algoritmik problemlerin çözümünde başarı ile kullanabilmektedir (Nakhleh ve Mitchell 1993, Boujaoude, Salloum, ve Abd-El-Khalick, 2004).

1.4. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde mol ve kimyasal hesaplamalar konusunu anlamak ve problem çözmek ile ilgili bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Fen derslerindeki problem türleri incelendiğinde bunların çoğunlukla “algoritma” veya “kavram” ağırlıklı olmak üzere iki genel grupta toplandığı görülmektedir (Nakiboğlu ve Kalın 2003). Kavramsal problem türleri, öğrencilerin kavramı nasıl tanımladığını ve yorumladığını belirlemeye yönelik sorulardır (Watkins ve Hattie, 1985). Bu soru türleri matematiksel problemlere göre daha derinlemesine bir anlamının olmasını gerektirmektedir. Matematik ve fen disiplinleri için incelenen problem türlerinin de benzer niteliklere sahip olması ve benzer yöntemlerle çözüme ulaşılması gerekmektedir. Fen bilimlerine özgü problem çözme basamakları Reif (1995, aktaran Akben, 2018) tarafından problemin analizi, çözümlerin yapılması, kontroller olmak üzere; Herron (1996, aktaran Akben, 2018) tarafından da problemi anlama, problemi tanımlama, çözüm için bir plan uygulama ve doğrulama olacak şekilde belirlenmiştir. Ancak fen ve matematik soru çözüm yollarının benzerliğine rağmen matematik

disiplininde yer alan problem kurma basamağından fen disiplinlerinde hiç söz edilmemektedir. Bu durum, fen ve matematik disiplinlerinin ortak problem çözme basamaklarını benimsedikleri halde problem kurma sürecinin fen öğretimde neden yer almadığı sorusunu akla getirmektedir (Akben, 2016). Konur ve Pırasa (2008) da temeli matematik uygulamalarına dayanan fen konularında öğrencilerin işlem becerilerini doğru bir şekilde kullanamadıklarını tespit etmiş ve fen eğitiminin sorunlarından biri olarak görmüşlerdir.

Bir diğer çalışmada (Özmen, Demircioğlu ve Ayas, 2001) lise 2 öğrencilerinin mol kavramı ve kimyasal hesaplamalarla ilgili anlama seviyelerinin ve problem çözebilme yeterliliklerini belirlemişlerdir. Bilindiği gibi, kimyasal hesaplamalarda tepkimeye giren ve tepkime sonucu oluşan madde miktarının ölçü birimi olarak “mol” kullanılmaktadır. Bu araştırmada, mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusunda uygulanan testler sonucunda öğrencilerin mol kavramıyla ilgili matematiksel işlem gerektiren sorularda (problem testi), mol kavramı, kimyasal değişim ve kimyasal hesaplamalara yönelik kavramsal düzeydeki sorulara (başarı testi) göre daha başarılı olduklarını tespit etmişlerdir. Bu durumun öğretmenlerin konuyla ilgili problemleri başarılı bir şekilde çözebilen bir öğrencinin konuyu anladığı şeklindeki inanış nedeniyle, derslerde mol kavramıyla ilgili problem çözümlerine bu kavramla ilgili kavramsal düzeydeki bilgilere oranla daha fazla zaman ayırmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mol kavramının iyi derecede anlaşılması stokiyometrik problemlerin çözümü için oldukça önemlidir (Schmidth, 1990; Schmidth, 1994; Hameiri, 1998). Özellikle son yıllarda bu kavramın öğrenilmesi ve öğretilmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır (Dierks, 1981; Furio, Azcona, Guisasola ve Ratcliffe, 2000; Gorin, 1994; Krishnan ve Howe, 1994; Lazonby, Morris, 1982; Staver ve Lumpe, 1993; Staver ve Lumpe, 1995). Bütün bu çalışmalarda öğrencilerin mol kavramı ve bu kavramı stokiyometrik problem çözümlerinde kullanma konusunda çeşitli sorunlar yaşadıkları tespit edilmiş (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1988) ve bu kavramın öğrenciler tarafından anlaşılama nedenleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu araştırmalardan elde edilen bulgular, mol kavramı ve mol ile ilgili problemlerin çözülmesinde öğrencilerin uzun zamandan beri zorlandığını göstermektedir. Öğrencilerin bu kavramlarla ilgili güçlüklerinin bir kısmının kendi yetersizliklerinden, bir kısmının öğretmenlerin bilgi yetersizliğinden ve konuyu işleme tarzından, bir kısmını da bu konunun ders kitaplarında hatalı verilmesinden kaynaklanmaktadır.

Chanyah Dahsah ve Coll (2007) ise gerçekleştirdikleri araştırmada aynı sorunlara dikkat çekerek öğrencilerin stokiyometri ile ilgili sorularda karşılaştıkları sorunları ele almışlardır. Özellikle 11. ve 12. sınıf öğrencilerine yoğunlaştıkları araştırmada öğrencilerin stokiyometri ile ilgili kavramsal anlayışlarını ve problem çözmeye çalışırken hangi stratejileri

kullandıklarını araştırmışlardır. 97 sorudan oluşan açık uçlu bir test kullanmışlar ve öğrencilerin sayısal problemleri çözme becerisinin, kavramsal anlayışlarıyla ilgili gibi görünmediğini, alternatif kavramlara sahip olan öğrencilerin, kavramlarla ilgili problemleri çözmekte zorlandıklarını belirlemiştir.

1.5. Problem Durumu

Bu araştırmanın problem cümlesi “Lise öğrencilerinin, mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki problemleri çözerken karşılaştıkları güçlükler nelerdir?” şeklindedir.

1.5.1. Alt Problemler

Bu problem cümlesinden yola çıkarak geliştirilen araştırma soruları şu şekildedir:

- 1) 11. ve 12. sınıf öğrencileri arasında mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problemlerde kullanılan kavramlar, çözüm becerileri ve öz değerlendirmeleri açısından anlamlı bir fark var mıdır?
 - a) 11. ve 12. sınıf öğrencilerin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problemleri çözmeye kullanılan kavramları bilmelerinin ortalamaları arasında fark var mıdır?
 - b) 11. ve 12. sınıf öğrencilerin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki problem çözme net puanlarının ortalamaları arasında fark var mıdır?
 - c) 11. ve 12. sınıf öğrencilerin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki başarılı oldukları problem çözme basamaklarının ortalama puanları arasında fark var mıdır?
 - d) 11. ve 12. sınıf öğrencilerin problem çözümleri konusundaki öz değerlendirmeleri arasında fark var mıdır?
 - e) 11. ve 12. sınıf öğrencilerin problem çözümü ve öz değerlendirme uyumları arasında fark var mıdır?
- 2) 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki her bir kavrama hakimiyeti nasıldır?
- 3) 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki problemlerin doğru çözümüne ulaşma becerileri nasıldır?
- 4) 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problemlerdeki zihinsel işlemleri nasıldır?
- 5) 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problem

çözümleri hakkındaki görüşleri nasıldır?

1.6. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma öğrenme ortamlarında gözlemlenen bazı sorunlar doğrultusunda tasarlandı. Bu araştırmanın amacı katılımcıların zihinlerinde mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusu ile ilgili kavram bilgileri, bu kavramları problem çözüm basamaklarında nasıl kullandıkları, işlem becerileri kapsamında problem çözüme güçlüklerine ulaşmaktır.

1.7. Araştırmanın Önemi

Son yıllarda, fen ve matematik disiplinlerinin birbiriyle yakından ilişkili olduğu sıklıkla vurgulanmakta ve geliştirilen programlarda iki disiplinin ortak uygulanmalarının öneminden söz edilmektedir (National Research Council [NRC], 2012; Next Generations Science Standards [NGSS], 2013). Bodner'ın (2003) çalışmasında bahsettiği gibi kimya derslerini tamamlamış öğrencilerin bu dersi zayıf bir kimya bilgisi ve özellikle de yetersiz problem çözüme becerilerine sahip bir şekilde geçtiğini göstermektedir.

Ülkemizde olduğu gibi dünyanın birçok gelişmiş ülkesinde matematik ve fen öğretiminin temel hedefi “öğrendiği bilgileri kullanabilen, yeni bilgiler üreten ve problem çözüme becerisi gelişmiş bireyler yetiştirilmesidir. Lise kademesinde öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusunu 10. sınıfın ilk yarısından itibaren öğrenmeye başlayıp, 12. sınıf seviyesine geldiklerinde problem çözebilecek kavramsal ve zihinsel becerilere sahip olmaları beklenir. Ancak, zihinsel işlem becerilerini, problemin mantığını kavrayabilme ve açıklayabilme, denklemleri kurabilme becerilerini geliştiremeyen öğrenciler, mol konusunda da soruyu anlama, açıklama ve denkleme dökme (çözüm yöntemini belirleme) konularında bazı sorunlar yaşayabilmektedir.

Zihinsel işlem becerilerini sergilemede zayıf olan bir öğrencinin yalnızca matematikte değil, kimya dersinde mol problemlerini çözerken de zorlanacağı açıktır. Özellikle son dönemde disiplinler arası ilişkilere oldukça önem verilmekte bu konuyla ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Yalnızca fen alanında değil, STEM çalışmaları da yaygınlaşmış olup fen eğitimde mühendislik, teknoloji ve matematikle iş birliği konusunda yaygın çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışma, farklı seviyelerdeki lise öğrencilerinin matematiksel işlem becerisini, zihinsel işlem yapabilme yeteneğini, mol problemlerinde soruyu anlama ve denklem kurabilme

becerilerini ve mol problemlerini çözerken karşılaştıkları sorunları incelemek adına önemli bir çalışmadır. Araştırmanın sonuçlarının öğrencilerin kimya dersi mol konusunda zihinsel işlem yapabilme ve okuduğu soruyu doğru işlem basamaklarına oturtabilme süreçleri açısından fen eğitmeni ve araştırmacılara bazı ipuçları verebileceği düşünülmektedir.

1.8. Araştırmanın Sınırlılıkları

- 1) Çalışma, Ankara'da özel bir okulda öğrenim gören 11. ve 12. sınıf gönüllü kimya öğrencileri (N = 71) ile sınırlıdır.
- 2) Araştırma mol ve kimyasal hesaplamalar konusu ile sınırlıdır.
- 3) Araştırmada kullanılan 13 kavram ve ölçme araçlarındaki toplam 30 soru ve öz değerlendirme bölümüne verilen cevaplar ve görüşmeden elde edilen bulgular ile sınırlıdır.

1.9. Tanımlar

Problem: Kurallar yardımıyla çözülmesi istenen soru olarak tanımlanır.

Problem Çözme: Fen eğitiminde genel olarak problemi tanıma, uygun bir çözüm yolu belirleme, uygulama ve doğrulama sürecinin tamamı problem çözme adımlarıdır.

Zihinsel İşlem: Kişinin daha önceki öğrenmelerine ve işlem pratiğine dayanarak kavram bilgisini örtük olarak göstermesi, problem çözüm yolunu zihninde kurabilmesi veya işlemleri zihinden yapabilme yeteneğidir.

Mol: Avogadro sayısı kadar atom içeren maddeye 1 mol denir.

Kimyasal Hesaplamalar: Kimya dersinde mol kavramının içinde kullanıldığı, yüzde verim, safsızlık, artan madde, tam verim, miktar problemleri gibi kavramları içeren kimyasal tepkimelerin problemlerine kimyasal hesaplamalar denir.

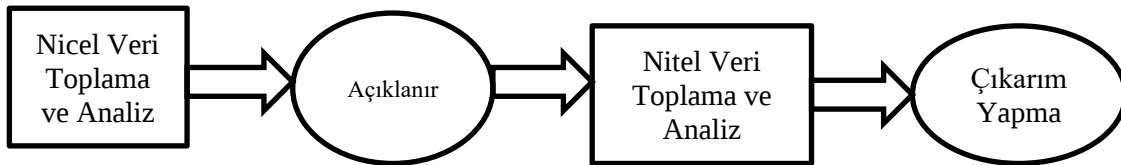
BÖLÜM II

YÖNTEM

2.1 Araştırmanın Modeli

Bu çalışma nitel verilerle desteklenmiş nicel bir çalışmadır. Yöntemlerden birini tek başına kullanmak yöntemin doğasından kaynaklanan bazı zayıflıklardan dolayı yeterli olmayabilir. Nicel araştırma kişisel hikayeleri ve anlamları yeterince araştırmak ve kişilerin bakış açısını derinlemesine incelemek için uygun değildir. Nitel araştırma ise bize küçük bir grup insandan geniş bir evrene genelleme yapmaya imkan vermez. Kısaca bütün araştırma yöntemlerinin hem güçlü hem zayıf yönleri bulunmaktadır. Nitel ve nicel araştırma yöntemlerini bir arada kullanmak iki farklı bakış açısıyla inceleme yapma imkanı sunar. Bu çalışmada iki bakış açısının bir arada kullanıldığı karma araştırma yöntemi kullanılmıştır (Creswell, 2017).

Karma araştırma yöntemlerinden açıklayıcı ardışık desenin amacı, nicel aşama ile başlayarak nicel sonuçları açıklamak için nitel çalışma yürütmektir. İlk aşamada nicel veriler toplanır ve analiz edilir. İkinci aşamada hangi sonuçların daha derin keşfinin yapılacağını, nitel aşamada katılımcılara hangi soruları soracağını belirlemek için nicel analiz sonuçları incelenir. Üçüncü aşamada nicel sonuçları açıklamaya yardımcı olması için nitel veriler toplanır ve analiz edilir. Son olarak nitel sonuçların nicel sonuçları açıklamaya nasıl yardımcı olacağına dair çıkarımlarda bulunulur (Şekil 3).



Şekil 3: Creswell'in Açıklayıcı Ardışık Deseni Temsil Eden Diyagramı

Creswell'e (2017) göre iki farklı aşamanın ardışık bir şekilde uygulanması zaman aldığı için bu deseni yürütmek zordur. Diğer bir zorluk ise nicel sonuçlardan hangilerinin daha fazla

açıklama gerektirdiğinin belirlenmesidir. Araştırmacının nicel sonuçlardan ortaya çıkan aykırı durumları, belirli demografik özelliklere sahip olan katılımcıları ve önemli değişkenleri açıklamak için araştırmayı genişletme veya bazı değişkenlerin beklenmedik şekilde anlamsız olarak sonuç vermesi gibi seçenekleri bulunmaktadır.

2.2 Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları, Ankara ilindeki özel bir okulda 2020-2021 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören 11. ve 12. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Araştırmanın örneklemi uygun örnekleme yöntemi ile oluşturulmuştur. Katılımcıların özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Katılımcıların daha detaylı bilgileri ayrıca Ek-4’te gösterilmiştir.

Tablo 1

Katılımcıların Bazı Özellikleri

Sınıf	Kız	Erkek	Toplam
11	18	15	33
12	22	16	38

Araştırmanın konusunu oluşturan mol ve kimyasal hesaplamalar konusu 10. Sınıfın ilk döneminde öğretilmektedir. Katılımcıların yeterli bilişsel düzeye ulaşmaları ve eksikliklerin sağlıklı olarak tespit edilebilmesi açısından 11 ve 12.sınıf katılımcıları ile çalışılmıştır.

Ulaşılan 29 katılımcının (%40,85) mol ve kimyasal hesaplamalar konusunu öğrendikleri 10. sınıf 1. dönem kimya dersi karne başarıları ortalamaları Tablo 2’de belirtilmiştir. Katılımcıların 10. sınıf karne başarıları, ilgili sınıftaki 1. ve 2. yazılı puanlarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Karne puanlarına ulaşılan 11. ve 12. sınıf öğrencilerin puan sıra ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığını gösteren Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir ($p>0,05$).

Tablo 2

11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin 10. Sınıftaki Karne Başarılarının Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

Sınıf	n	Ortalama	SS	Sıra ortalaması	Toplam sıra	U	p
11	17	80,21	13,55	12,74	216,50	63,50	0,088
12	12	87,75	12,02	18,21	218,50		

2.3 Verilerin Toplanması

Araştırmada problem cümlesinden yola çıkarak hazırlanan alt problemleri yanıtlamak amacıyla verilerin toplanmasında nicel ve nitel yöntemler birlikte kullanılmıştır.

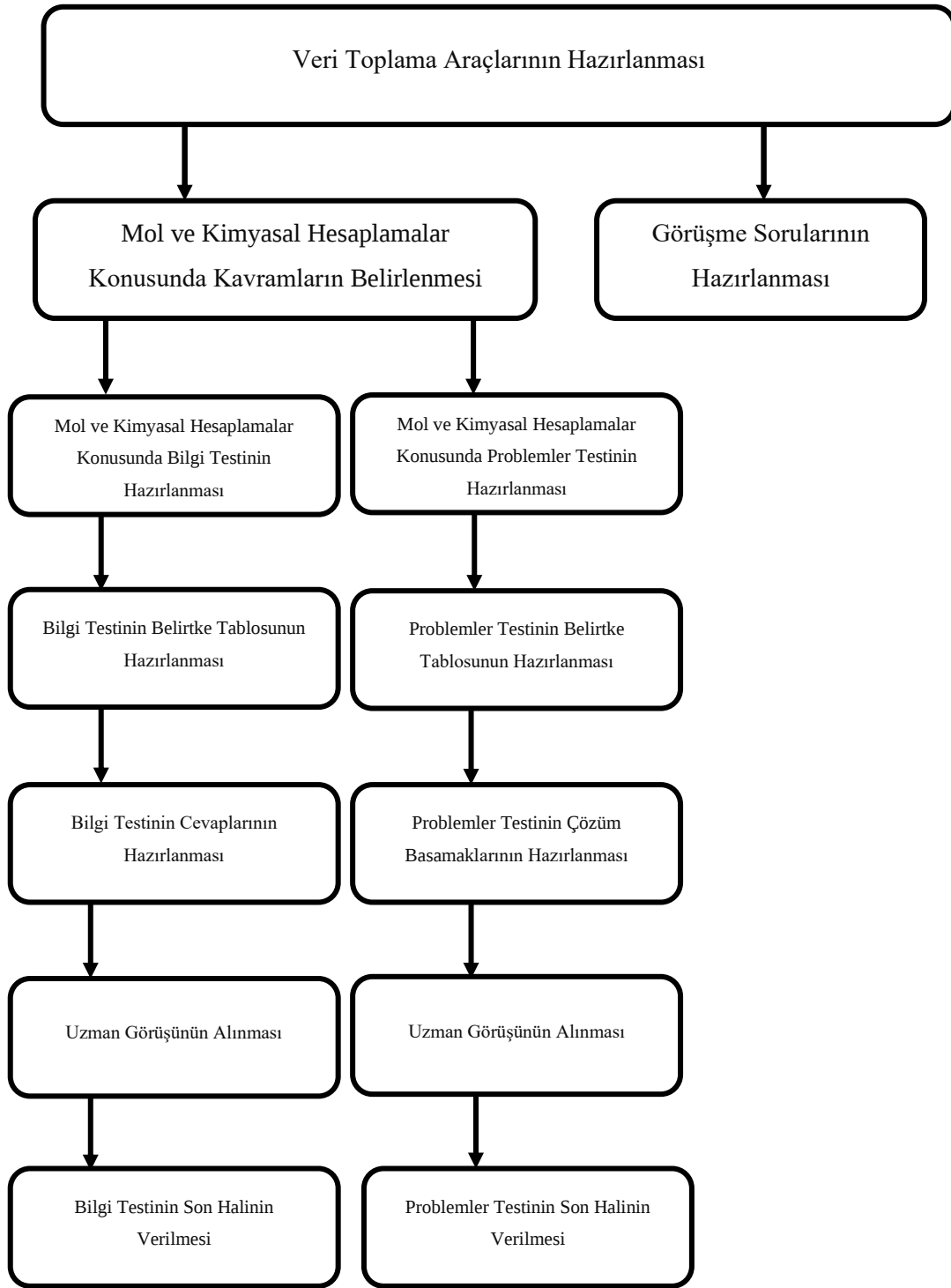
Çalışmanın konusu olan mol ve kimyasal hesaplamalar konusu 10. sınıfın güz döneminde işlenmektedir. Mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusunu gazlar, kimyasal tepkimelerde hız, kimyasal tepkimelerde enerji, kimyasal tepkimelerde denge, elektrokimya ve organik kimya gibi birçok konunun içerisinde de kullanılır ve bu sebeple 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin bu konudaki yeterliliklerinin artmış olması beklenir. Bu araştırma 2020-2021 eğitim öğretim yılında 11. ve 12. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada uygulanan iki ölçme aracı tüm katılımcılara eş zamanlı uygulanmıştır. Bilgi testinde bulunan 15, problem testinde bulunan 15 olmak üzere 30 sorunun çözümü için katılımcılara 50 dakika süre verilmiştir. Uygulama gerçekleştirildikten sonra yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ile nicel olarak toplanan verilerle doğrulanması ve açıklanması yapılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan iki ölçme aracı da araştırmacılar tarafından geliştirilmiş, kapsam geçerliği için uzman görüşüne başvurulmuştur.

2.3.1 Veri toplama Araçları

Bu çalışmada araştırmacılar tarafından hazırlanan iki adet ölçme aracı kullanılmıştır. Ölçme araçlarının hazırlanma süreci ve içeriği Şekil 4'te belirtilmiştir.



Şekil 4: Veri Toplama Araçlarının Hazırlanma Süreci

2.3.1.1 Kavramların Belirlenmesi

Araştırmada ölçme araçları hazırlanmadan önce mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusunda kimya öğretim programında geçen ve ulusal öğrenci seçme sınavlarında öğrencilerin sıklıkla karşılaştıkları 13 adet kavram seçilmiştir. Ardından hazırlanan her iki ölçme aracında da bu kavram kullanılmıştır. Kullanılan kavramlar ve tanımları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3

Mol ve kimyasal hesaplamalar konusunda araştırmada kullanılan kavramlar ve tanımlar

Kavram	Formül (Muhakeme)	Tanım
Mol sayısı (kütleli)	$n = \frac{m}{M_A}$	Belirli bir miktar kimyasal maddenin mol sayısı, o maddenin kütlesi ile bir molün kütlesinin (mol kütlesi) oranına eşittir.
Mol kütlesi	A_xB_y M_A $= xM_{A(A)} + y \cdot M_{A(B)}$	Bir bileşiğin formülünü oluşturan elementlerin bağlı atomik kütlelerinin toplamına bileşiğin mol kütlesi denir.
Avogadro hipotezi	$n \propto V$	Aynı şartlarda (sıcaklık ve basınç) eşit hacimdeki gazlar; aynı (mol) sayıda tanecik (ya da molekül) içerir. Aynı şartlardaki gazların hacimleri ile mol sayıları doğru orantılıdır.
NŞA'da 1 mol gazın hacmi	NŞA, 1 mol gaz = 22,4 L gaz	Sıcaklığın 0°C ve basıncın 1 atm olduğu şartlarda 1 mol gaz 22,4 litre hacim kaplar.
Mol sayısı (tanecik sayısı)	$n = \frac{N}{N_A}$	Bir maddenin mol sayısı, tanecik sayısının Avogadro sayısına (N_A) bölünmesiyle bulunabilir.
Avogadro sayısı	$N_A = 6,02 \times 10^{23}$	Bir mol maddenin içerdiği tanecik sayısını ifade eden Avogadro sayısı $6,02 \times 10^{23}$ 'dür.
Mol yöntemi	$a A \rightarrow b B$ $\frac{n_A}{a} = \frac{n_B}{b}$	Bir kimyasal denklemde türlerin stokiyometrik katsayıları arasındaki oran ilgili türlerin (mol) sayıları arasındaki oranı verir.
Tepkime denklemi denkleştirme	$A_xB_y \rightarrow x A + y B$	Girenler ve ürünlerdeki atom sayıları eşit olacak şekilde türlerin önüne katsayılar yazılır.
Sınırlayıcı bileşen		Tam verimli tepkimelerde girenlerdeki tükenen maddedir. Diğer girenler ve ürünler hakkındaki stokiyometrik hesaplama yapmada kullanılır.
Tam verim		Başlangıçtaki maddelerden (girenler) en az birinin tamamen tükenmesi durumu söz konusu olan tepkimeler, tam verimle gerçekleşen tepkimelerdir.

Saflık derecesi	$S.D. = \frac{m_{saf\ madde}}{m_{karisim}}$	Saf maddenin kütesinin, saf maddeyi içerdiği karışımın (filiz, cevher vs) kütesine oranının yüzde olarak ifadesidir.
Bileşik/Molekül formülü	A_xB_y $\frac{n_A}{n_B} = \frac{N_A}{N_B} = \frac{x}{y}$	Bir bileşik veya molekül formülünde atomların altındisleri; atomların (mol) sayıları arasındaki oranı verir
Tepkime verimi	$\frac{verim}{\frac{ölçülen\ değer}{teorik\ değer}}$	Tam verimle gerçekleşmeyen tepkimelerde; elde edilen ürünün (veya tükenen girenin), tam verimle gerçekleşmesi durumunda elde edilecek ürünün (veya tükenecek girenin) miktarına oranıdır.

2.3.1.2 Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Bilgi Testinin Hazırlanması

Araştırmada öğrencilere öncelikle mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar problemlerinin çözülebilmesi için bilinmesi ve Tablo 3’de belirtilen kavramları içeren, mol ve kimyasal hesaplamalar konusunda 15 sorudan oluşan beş seçenekli bilgi testi uygulanmıştır (bkz. Ek-1). Test hazırlanırken her sorunun yalnızca bir kavramı ölçecek şekilde hazırlanmasına dikkat edilmiştir. 11 kavram birer soruda ölçülürken mol kütesi ve tepkime denklemi denkleştirme, ikişer soruda ölçülmüştür (Tablo 4). Mol kütesi ve tepkime denklemini denkleştirme kavramı farklı tarzlarda sorularak öğrenildiğinden emin olunmak için testte iki kez geçmiştir. Testin geçerliği için uzman görüşünden faydalanılıp, güvenilirliğini ölçmek için Kuder-Richardson KR-20 formülü kullanılmış 0,68 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4

Bilgi testinde kavramların sorulara göre kullanımı

Kavram no	Kavramlar	Soru No
1	Mol sayısı (kütesel)	6
2	Mol kütesi	3, 4
3	Avogadro hipotezi	5
4	NŞA’da 1 mol gazın hacmi	2
5	Mol sayısı (tanecik sayısı)	7
6	Avogadro sayısı	1
7	Mol yöntemi	9
8	Tepkime denklemi denkleştirme	8 , 10
9	Sınırlayıcı bileşen	11
10	Tam verim	12
11	Saflık derecesi	13

12	Bileşik/Molekül formülü	14
13	Tepkime verimi	15

2.3.1.2 Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusunda Problemlerin Hazırlanması

Bilgi testinin ardından katılımcılara konularla ilgili 15 soruluk algoritmik işlemler içeren problemler testi verilmiştir (bkz. Ek-2). Problemler testinde, bilgi testinde ölçülmüş olan 13 adet kavram (Tablo 3), çeşitli problemlerde bir veya birden fazla kez ölçülmüştür.

Problemler testi hazırlanırken 10. sınıf MEB kitabında ve öğrencilerin pekiştirmek amacıyla kullandıkları test kitaplarında sıklıkla karşılaştıkları soru tipleri göz önüne alınmıştır. Sorular yazıldıktan sonra çözüm basamakları oluşturulmuş ve her bir basamakta ölçülen kavram adı belirtilmiştir. Bir kavram birden fazla problemde veya bir problemin birden fazla basamağında kullanılmıştır. Buna göre kavramların hangi soruların hangi basamaklarında ölçüldüğü bilgisi Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5

Problemler testinde kavramların numaraları ve ölçülen problem basamakları

Kavram No	Soru No ve Basamak No														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3		3		3 5 6	4 5 8	5	3				4	2 4		
2	2				2	1 2 3	4	2							
3		2					1 4			2		2			
4		1					2		4			1			
5				4					2					1	
6				3					1						
7	4	3	2		4	7	6			1	3	3	3	4 5	2
8	1		1		1									2 3	1
9					7	6					2				3
10					8						1				4
11												5	1		
12				3			7	1	3						
13						9									

Problemler testindeki sorular iki kısımdan oluşmaktadır. Her sorunun ilk kısmında algoritmik problem metni ve problemin çözüm basamaklarını yazabilecekleri boş alan bulunmaktadır. Bu alanlar, öğrencinin çözüm yolunu yazması, özellikle katılımcının kavram veya bilgi eksikliğini belirlenmesi, doğru çözüm yolunu bularak problemlerinde denklem kurabilme ve zihinsel işlem yapabilme becerilerinin ölçülebilmesi açısından oldukça önemlidir. İkinci bir kodlayıcı, hazırlanan rubriğe (bkz. Ek-10) bağlı olarak 10 öğrencinin kodlamalarını yapmış ve iki puanlayıcı arası tutarlık ölçülmüştür. Buna göre uygulanan Kappa testinde ortalama sonuç 0,723 olarak belirlenmiştir. Bu değer puanlayıcılar arasında önemli derecede (substantial) uyum olduğunu göstermektedir (Landis & Koch, 1977).

Her sorunun ikinci kısmında katılımcıların, problemi cevapladıktan sonra öz değerlendirme yapabilmeleri için bazı seçenekler bulunmaktadır. Buna göre öğrencilerin, doğru çözdükleri her soru için ‘Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.’ Seçeneğini işaretlemeleri istenmiştir. Katılımcıların problemleri yanlış çözmeye nedenleri genel olarak üç grupta incelenmiştir. Katılımcılar, soruyu çözemediğini veya yanlış çözdüğünü düşünüyor ise; Problemi doğru olarak çözemedim çünkü ‘Problemde geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.’, ‘Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.’ veya ‘Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.’ ifadelerinden birini işaretlemişlerdir. Bu çoktan seçmeli kısım ile öğrencilerin öz değerlendirmede bulunmaları aynı zamanda konu ile ilgili eksiklerini görmelerinde yardımcı olacaktır. Öz değerlendirme bölümünün güvenilirliği için Cronbach α katsayısı hesaplanmış ve 0,870 olarak belirlenmiştir.

2.3.1.3 Görüşme Sorularının Hazırlanması

Nitel verilerin en önemli özelliklerinden biri derinlemesine bilgi sahibi olmayı kolaylaştırmasıdır. Elde edilen nicel verilerin teyit edilmesi ve sorunların daha detaylı ele alınabilmesi için yarı yapılandırılmış görüşmelerin yapılması oldukça önemlidir. Görüşme soruları hazırlanırken kavram bilgisi, problem çözme becerileri, işlem yapabilme yeteneği ve problem basamaklarında yapılan işlemler hakkında bilgi edinmeye yönelik sorular hazırlanmıştır (bkz. Ek-3). Görüşme soruları kimya eğitiminde uzman bir öğretim elemanı ve araştırmacı tarafından hazırlanmış ve uzman görüşüne başvurulmuştur. Katılımcılara özellikle zihinden yapıldığı belirlenen işlemler, yanlış ve hatalı çözümler, sıklıkla boş bırakılmış olan kavramlar ve çözüm basamakları ve kavram eksiklikleri üzerine sorular sorulmuş, alınan cevaplar daha sonra kullanılmak üzere not alınmıştır. Her görüşme 15-20 dakika süre almıştır.

Görüşme sürecinin etkili ve verimli olabilmesi için Brookfield'in (1992) önerdiği ilkelere dikkat edilerek görüşme sorularını sorarken akışa göre gereken değişiklikleri yapılmış, sorular konuşma tarzında sorulmuş, teşvik edici ve tarafsızlık esas alınmıştır.

2.4 Verilerin Analizi

Veri analizi toplanan verilerle çalışmayı, verileri organize etmeyi, yönetilebilir birimler halinde ayırmayı, sentezlemeyi ve onları açıklayabilecek kavramlara ulaşmayı içerir (Bogdan ve Biklen, 1992). Bu çalışmada verilerin analizi, verilerin kodlanması ve verilerin yorumlanması olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Ayrıca kodlamalar bilgi testinde, problemlerin net sonuçlarında, problem çözüm basamaklarında ve öz değerlendirme bölümünü ayrı ayrı analiz edilmiştir. Veriler analiz edildikten sonra 20 katılımcı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler verilerin analiz edilmesinde ve yorumlanmasında etkili olmuştur.

2.4.1 Bilgi Testinin Kodlanması ve Analizi

Bilgi testinde 5 seçenekli toplam 15 adet soru bulunmaktadır. Katılımcıları verdiği her doğru yanıt için 1, yanlış yanıt için 0 kodları verilmiş, yanıtlanmamış sorular ise boş olarak kodlanmıştır (bkz. Ek-5).

2.4.2 Problemler Testinde Net Sonuçların Kodlanması ve Analizi

Problemler testinde 15 adet soru bulunmaktadır. Katılımcıların problemin doğru sonucuna ulaşım ulaşamaması incelenmiş, verdiği her doğru yanıt için 1, yanlış sonuçlar veya tam sonuca ulaşamamış problem basamakları için 0 kodları verilmiş, hiçbir basamağı çözülmemiş yani boş bırakılmış sorular için ise herhangi bir kod verilmemiştir (bkz. Ek-6).

2.4.3 Problemler Testinde Bulunan Problem Basamaklarının Kodlanması ve Analizi

Problemler testinde bulunan 15 adet algoritmik problemde toplam 68 çözüm basamağı bulunmaktadır (bkz. Ek-8). Araştırmaya katılan 71 öğrenci için toplam 4828 problem basamağı incelenmiş ve basamaklara uygun kodlamalar yapılmıştır (bkz. Ek-9).

Tablo 6

Problemlerin Çözüm Basamaklarında Kullanılan Kodlar ve Anlamları

Çözüm basamağındaki işlem	Kod
Çözüm basamağında açıkça yazdıkları alanlarda, problem basamaklarına göre doğru verilen yanıt	1
Kağıt üzerinde açıkça belirtilmiş yanlış cevap. (Kavram yanlış kullanılmış olabilir veya çözüm yolu yanlış olabilir)	0
İşlem hatası yapılmış basamak	H
Kağıt üzerinde açıkça belirtilmemiş, zihinden doğru olarak çözülmüş yanıt	G1
Kağıt üzerinde açıkça belirtilmemiş, zihinden yanlış olarak çözülmüş yanıt	G0

Soruların çözüm basamaklarını açıkça yazdıkları alanlarda, problem basamaklarına göre doğru verilen her yanıt için 1, kağıt üzerinde açıkça belirtilmiş yanlış cevaplar için 0 kodu verilmiştir. İşlem hatası yapılmış basamaklar H kodunu alır. 0 kodunu alan bir basamakta, kavram yanlış kullanılmış olabilir veya çözüm yolu yanlış olabilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, bir katılımcı bir basamağı yanlış hesaplamış, bir sonraki basamakta bu sayıyı doğru kullanmış ise, ilk basamakta 0 veya H kodunu alsa da ikinci basamaktan 1 kodunu alır. Kağıt üzerinde açıkça belirtilmemiş ancak zihinden işlemlerle yanlış sonuca ulaşılmış basamaklarda G0 kodu kullanılır. G0 basamağında hata yapıldığı düşünülen basamakta, kavram, çözüm yolu veya işlem yanlış tahmin edilmiş olabilir. Kağıt üzerinde açıkça yapılmış bir işlem hatası için H kodu kullanılır. Boş bırakılmış basamaklar veya bir sonraki basamakta kullanılmak üzere herhangi bir zihinden işlem yapılmadığı düşünülen basamaklar ise boş bırakılır. Kodlamaların kullanılma şekli ikinci kodlayıcı için hazırlanan rubrikte (bkz. Ek-10) detaylı olarak belirtilmiştir.

2.4.4 Öz değerlendirme Bölümünün Kodlanması ve Analizi

Katılımcıların problem testinde bulunan her bir problemi çözdükten sonra verdikleri cevapları değerlendirdikleri bölüm olan öz değerlendirme bölümünde verilen cevaplar ayrı ayrı kullanılmıştır (bkz. Ek-7).

Araştırmada bazı katılımcılar aynı probleme birden fazla seçeneği işaretlemiştir. Böyle durumlarda ilk sırada ifade edilen seçenek geçerli kabul edilmiştir. Örneğin bir öğrenci hem

“bazı kavramları bilmiyorum” seçeneğini hem de altında yazılı “problemin çözüm yoluna ulaşamadım” seçeneğini işaretlemişse, veriler analiz edilirken yalnızca ilk (üst sıradaki) tercihi dikkate alınmıştır. Çünkü öğrenci kavramı bilmeden zaten doğru çözüm yoluna ulaşamayacaktır. Çünkü katılımcı eğer kavramı bilmiyor ise doğru çözüm yoluna da ulaşamaz. Kavramı doğru biliyor, ama doğru çözüm yoluna ulaşamıyor ise işlem hatasından önce problemi yanlış çözmüş sayılır.

2.4.5 Görüşmelerden Elde Edilen Verilerin Analizi

Yapılan görüşmelerde katılımcılara testleri üzerinden aldıkları kodlara göre benzer sorular yöneltilmiş ve elde edilen veriler not edilmiştir. Katılımcılara kodlar verilmiş ve görüşme yapılan katılımcıların verileri, bulgular bölümünde tablo halinde yer verilmiştir. Testlerden elde edilen sonuçlar görüşme sonuçları ile birleştirilerek yorumlanmıştır.

BÖLÜM III

BULGULAR VE YORUM

Mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar, kimya dersinin en temel konularından biridir. Bu konu 10. sınıf seviyesinde verilip ardından gelen birçok ünite de sıklıkla kullanılmaktadır. Buna karşın mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusunda öğrencilerin anlamakta güçlük çekmeleri kimya eğitimi araştırmacılarının da dikkatini çekmiş ve üzerinde birçok araştırma yapılmıştır. Kimya dersinde en çok zorlanılan konulardan biri olmasının nedenleri ve alınabilecek önlemler için yapılacak yeni araştırmalar katkı sağlayacaktır. Buradan yola çıkılarak mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusunda 11. ve 12. sınıfların başarı düzeyi, kavramların bilinme düzeyi, doğru çözüm yoluna ulaşılması ve işlem becerilerini yorumlamak amaçlı yapılan araştırmanın bu bölümünde: 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin bu konudaki zihinsel işlem becerileri nicel ve nitel verilerle irdelenerek tablolar halinde sunumu verilmiştir.

3.1 Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

“11. ve 12. sınıf öğrencileri arasında mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problemlerde kullanılan kavramlar, çözüm becerileri ve öz değerlendirmeleri açısından anlamlı bir fark var mıdır?” olarak belirtilmişti.

Çalışmadaki nicel verilerin 11. ve 12. sınıf katılımcılar açısından normal dağılım gösterip göstermediği ile ilgili değerler Tablo 7’de gösterilmiştir. Tablo 7 incelendiğinde 12. sınıf katılımcıların değerlerinin normal dağılım göstermediği görülebilir ($p < 0,05$). Bu nedenle iki sınıf arasındaki farkı belirlemek için parametrik olmayan istatistik kullanılmıştır.

Tablo 7

Sınıf Seviyeleri Arasındaki Normal Dağılım Testi

Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk			
Sınıf	İstatistik	df	p	İstatistik	df	p	

Bilgi Testi	11	0,142	33	0,088	0,920	33	0,018
	12	0,194	38	0,001*	0,882	38	0,001*
Problem Çözümü	11	0,131	33	0,163	0,947	33	0,112
Net Puanlar	12	0,165	38	0,010*	0,903	38	0,003*
Problem Çözüm	11	0,103	33	0,200	0,949	33	0,126
Basamakları	12	0,126	38	0,135	0,936	38	0,030*

* $p < 0,05$

3.1.1 11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusundaki Algoritmik Problemleri Çözmede Kullanılan Kavramları Bilmelerinin Ortalamaları Arasında Fark Var mıdır?

Araştırmada uygulanan 15 soruluk bilgi testinde başarı düzeyi 11. sınıflar için 12,09 olarak belirlenmiştir. Aynı testin eş zamanlı uygulandığı 12. sınıflarda ise ortalama başarı 11,26 olarak ortaya konmuştur (Tablo 8). Her iki seviyede de başarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. 12. sınıfların dağılımı normalden saptığı gözlemlenmiş ve parametrik olmayan istatistik tekniği kullanılmıştır. Sonuçlara bakılarak 11. ve 12. sınıf sıra ortalamaları arasında kavram bilgilerinde anlamlı bir farklılık yoktur denebilir ($p > 0,05$).

Tablo 8

11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Bilgi Testi Sıra Ortalamalarının Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

Sınıf	n	Ortalama	SS	Sıra ortalaması	Toplam sıra	U	p
11	33	12,09	2,24	39,55	1305	510	0,172
12	38	11,26	2,44	32,92	1251		

3.1.2 11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusundaki Problem Çözme Net Puanlarının Ortalamaları Arasında Fark Var mıdır?

Ölçme araçlarından ikincisi olan problem testinde öğrencilerin ilk testte kullandıkları 13 kavramı problemler testinde verilen 15 problemde kullanmaları istenmiştir. Tablo 9’da iki sınıfın problemlerden aldıkları net puanların ortalamalarının birbirlerine yakın olduğu görülebilir (sırasıyla $\bar{x}=5,58$ ve $\bar{x}=5,63$). Araştırmada 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin problem çözmeleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 9

11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Problem Çözme Net Puan Sıra Ortalamalarının Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

Sınıf	n	Ortalama	SS	Sıra ortalaması	Toplam sıra	U	p
11	33	5,58	3,80	36,17	1193	625,5	0,949
12	38	5,63	4,35	35,86	1362		

3.1.3. 11. ve 12.Sınıf Öğrencilerin Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusundaki Başarılı Oldukları Problem Çözme Basamaklarının Ortalama Puanları Arasında Fark Var mıdır?

Araştırmada 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusunda başarılı oldukları problem çözme basamaklarının (toplam 68 basamak) ortalama puanları (sırasıyla $\bar{x}=29,97$ ve $\bar{x}=29,11$). Tablo 10’da gösterilmiştir. İki sınıfın sıra ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 10

11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Başarılı Oldukları Problem Çözme Basamakları Sıra Ortalamalarının Mann-Whitney U Testi ile Karşılaştırılması

Sınıf	n	Ortalama	SS	Sıra ortalaması	Toplam sıra	U	p
11	33	29,97	16,67	36,65	1209	605,5	0,804
12	38	29,11	18,41	35,43	1346		

3.1.4. 11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Problem Çözümleri Konusundaki Öz Değerlendirmeleri Arasında Fark Var mıdır?

Öğrencilerin mol ile ilgili problemleri çözerken karşılaştıkları güçlükler konusundaki görüşleri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11

Öz değerlendirme bölümüne verilen cevaplar

Öz değerlendirmeler	11. sınıf		12. sınıf	
	n	%	N	%
Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.	283	57,17	281	49,30

Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:				
Problemde geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.	33	6,67	119	20,88
Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.	100	20,20	88	15,44
Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.	33	6,67	29	5,09
Boş	46	9,29	53	9,30

Tablo 11 incelendiğinde 11. ve 12. sınıf katılımcıların öz değerlendirme bölümüne verdikleri yanıtlar arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. 12. sınıf öğrencilerinin %20,88'i problemde geçen bazı kimyasal kavramları bilmediği için problemi doğru çözemediğini belirtmiştir. Bu durum 12. sınıf öğrencileri için problemi çözemededeki en büyük faktördür. 11. sınıfların problemleri çözmemelerindeki en büyük faktörün farklı olduğu belirlenmiştir. 11. sınıf öğrencilerinin %20,20'si tüm kimyasal kavramları bildiğini fakat problemin çözüm yolunu bulamadığından problemi çözemediğini belirtmiştir.

3.1.5. 11. ve 12. Sınıf Öğrencilerin Problem Çözümü ve Öz Değerlendirme Uyumluları Arasında Fark Var mıdır?

Katılımcıların, algoritmik problem testinde soruları çözdükten sonra öz değerlendirme bölümünde verdikleri cevaplar ile net sonuçların uyumu incelenmiştir (Tablo 12).

Tablo 12

Problem çözümü ile öz değerlendirme uyumu

Uyum	Problem çözümü	Öz değerlendirme	11. sınıf		12. sınıf	
			n	%	n	%
Uyumlu	(+) Doğru	(+) Doğru çözdüm	170	34,34	188	32,98
	(-) Yanlış veya Boş	(-) Doğru çözemedim	155	31,31	216	37,89
		Toplam	325	65,65	404	70,87
Uyumsuz	(+) Doğru	(-) Doğru çözemedim	11	2,22	20	3,51
	(-) Yanlış veya Boş	(+) Doğru çözdüm	113	22,83	93	16,32
		Toplam	124	25,05	113	19,83
		Boş	46	9,29	53	9,30

Tablo 12 incelendiğinde; 11. sınıf öğrencilerinin yanıtlarının %65,65'inin ve 12. sınıf öğrencilerinin yanıtlarının %70,87'inin problem basamaklarının çözümü ile çözüm hakkındaki

öz değerlendirmesi uyumlu olduğu (doğru çözüme ve doğru çözdüğünü düşünme veya doğru çözmeme ve doğru çözdüğünü düşünmeme) belirlendi. Yine 11. sınıf öğrencilerinin yanıtlarının %25,05'inin ve 12. sınıf öğrencilerinin yanıtlarının %19,83'ünün problem basamaklarının çözümü ile çözüm hakkındaki öz değerlendirmesi uyumlu olmadığı (Doğru çözüme fakat doğru çözdüğünü düşünme veya doğru çözmeme fakat doğru çözdüğünü düşünmeme) görülmektedir. 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin problem basamaklarının çözümleri ve öz değerlendirmeleri arasındaki uyumun birbirleriyle farklı olup olmadığını belirlemek amacıyla Chi-Square testi uygulandı (Tablo 13).

Tablo 13

Problem çözümü ile öz değerlendirme uyumu hakkındaki Chi-Square Tablosu

	Değer	df	p
Pearson Chi-Square	45,126	4	0,000*
Olasılık oranı	47,899	4	0,000*
Geçerli durum sayısı	966		

* $p < 0,05$

Chi-Square tablosunda 11. ve 12. sınıf katılımcıların incelenen değişkenler açısından farklı karakterlere olduğu görülmektedir ($p < 0,05$). Sonuç olarak 12. sınıfların 11. sınıflara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha tutarlı özdeğerlendirme sergilediklerini belirlenmiştir.

11. ve 12. sınıf öğrencilerin problem çözümleri hakkındaki özdeğerlendirmeleri farklı karakterdedir. Bununla birlikte araştırmanın birinci alt probleminden elde edilen bulgular ışığında 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin kavram bilgisi ve problem çözme becerileri arasında anlamlı bir farklılık bulunamadığı için araştırmanın bundan sonraki bölümlerinde 11. ve 12. sınıf öğrencileri ortak olarak ele alınacaktır.

3.2 Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi '11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki her bir kavrama hakimiyeti nasıldır?' şeklinde belirtilmişti, bu amaç doğrultusunda elde edilen veriler aşağıda belirtilmiştir. Kavramlarda doğru cevaplar için 1, G1 ve H kodlu yanıtlar alınmıştır. H kodlu yanıtlar kavramı doğru kullandığını ancak işlem hatası yapıldığını belirttiği için doğru kavram kullanımına dahil edilmiştir.

3.2.1 Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusu Bilgi Testinde Kavramların Başarısı

Sonuçlara bakılarak 11. ve 12. sınıflar arasında kavram bilgilerinde anlamlı bir farklılık olmadığı ve her iki seviyede de başarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 14).

Tablo 14

Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusunda Bilgi Testine Verilen Cevaplar (N:71)

Kavram no	Kavramlar	Soru No	Doğru n	Doğru %	Yanlış n	Yanlış %	Boş N	Boş %
1	Mol sayısı (kütleli)	6	48	67,60	23	32,39	0	0
2	Mol kütlesi	3	69	97,18	2	2,81	0	0
		4	64	90,14	7	9,85	0	0
3	Avogadro hipotezi	5	22	30,98	45	63,38	4	5,63
4	NŞA'da 1 mol gazın hacmi	2	69	97,18	2	2,81	0	0
5	Mol sayısı (tanecik sayısı)	7	66	92,95	4	5,63	1	1,40
6	Avogadro sayısı	1	68	95,77	2	2,81	1	1,40
7	Mol yöntemi	9	54	76,05	12	16,90	5	7,04
8	Tepkime denklemi denkleştirme	8	58	81,69	11	15,49	2	2,81
		10	66	92,95	5	7,04	0	0
9	Sınırlayıcı bileşen	11	54	76,05	15	21,12	2	2,81
10	Tam verim	12	58	81,69	13	18,30	0	0
11	Saflik derecesi	13	55	77,46	5	15,49	11	15,49
12	Bileşik/Molekül formülü	14	38	53,52	30	42,25	3	4,22
13	Tepkime verimi	15	38	53,52	20	28,16	13	18,30

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre (Tablo 14) bilgi testinde 11. ve 12. sınıfta öğrenim gören katılımcıların kavram bilgisinin oldukça yüksek olduğu görülebilir. Örneğin mol kütlesinin ölçüldüğü 2 numaralı kavramı 69 katılımcı doğru olarak cevaplamıştır. Ancak bilgi testinde bazı kavramların yanlış veya boş oranlarının diğer sorulara oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Beşinci soru Avogadro hipotezinin ölçülmesinde doğru çözen kişi sayısı sadece 22 iken yanlış yapanların sayısı 45 olarak ölçülmüştür. Başarı oranı %30,99'dur. Bileşik/molekül formülünün ölçüldüğü 14. Soruda yalnızca 38 kişi soruyu doğru çözmüştür. Başarı oranı %53,52'dir. Tepkime veriminin ölçüldüğü 15. Soruda ise 38 kişi soruyu doğru çözerken 20 kişi yanlış çözmüş 13 kişi boş bırakmıştır. Başarı oranı %53,5'tir. Elde edilen verilere göre (i) Avogadro hipotezi, (ii) bileşik formülü ve (iii) tepkime verimi kavramlarını öğrencilerin öğrenmekte zorlandıkları görülmektedir.

3.2.2 Problem Basamaklarında 1 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Elde edilen bulgulara göre bilgi testinde %67,60 oranında başarılı olunan bu kavramın problem çözüm basamaklarında başarı değerleri sorulara göre farklılık göstermektedir. Problemler testindeki ilk soruda bu kavramın başarısı bilgi testiyle paralellik gösterirken, 6. soruda başarı oranı oldukça düşüktür.

Tablo 15

Mol sayısı (kütlesel) kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
1	3	49	69,01	6	8,45	16	22,54
3	3	49	69,01	6	8,45	16	22,54
5	3	50	70,42	3	4,23	18	25,35
5	5	12	16,90	3	4,23	56	78,87
5	6	38	53,52	2	2,82	31	43,66
6	5	8	11,27	16	22,54	47	66,19
6	8	0	0	3	4,23	68	95,77
7	5	30	42,25	1	1,41	40	56,34
8	3	42	59,15	2	2,82	27	38,03
12	4	33	46,48	2	2,82	36	50,70
13	2	22	30,98	5	7,04	44	61,97
13	4	21	29,57	1	1,41	49	69,01

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.3 Problem Basamaklarında 2 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Bilgi testinde 3. ve 4. sorularda iki defa ölçülen mol kütlesi kavramının %90'ın üzerinde bir başarıya sahip olduğu görülmektedir. Ancak problemler testinde bu başarı düşerek 6. soruda %16,9'a kadar inmiştir.

Tablo 16

Mol Kütlesi kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
1	2	54	76,07	3	4,23	14	19,72
5	2	55	77,46	1	1,41	15	21,13
6	1	17	23,94	5	7,04	49	69,01
6	2	12	16,90	7	9,86	52	73,24
6	3	14	19,72	4	5,64	53	74,65
7	4	31	43,66	0	0	40	56,34
8	2	42	59,15	6	8,45	23	32,39

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.4 Problem Basamaklarında 3 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Bilgi testinde 5. soruda ölçülen Avogadro hipotezinde başarı diğer kavramlara oranla daha düşüktür. Ancak problemler testinde bu başarının birçok basamakta arttığı gözlemlenmektedir.

Tablo 17

Avogadro Hipotezi kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
2	2	42	59,15	6	8,45	15	21,13
7	1	15	21,13	2	2,82	54	76,05
7	3	32	45,07	4	5,63	35	49,29
10	2	36	50,70	8	11,27	27	38,03
12	2	46	64,79	3	4,23	22	30,98

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.5 Problem Basamaklarında 4 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Bilgi testinde 2. soruda ölçülen NŞA'da 1 mol gazın hacmi bilgisine 71 katılımcının 69'u doğru yanıt vermiştir. Bu kavramda da diğer kavramlara benzer olarak problem çözüm basamaklarında doğru kullanılma başarısının düştüğü görülmektedir.

Tablo 18

NŞA'da 1 Mol Gazın Hacmi kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
2	1	58	81,69	1	1,41	13	18,31
7	2	34	47,88	2	2,82	37	52,11
9	4	50	70,42	2	2,82	19	26,76
12	1	48	67,61	1	1,41	23	32,39

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.6 Problem Basamaklarında 5 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Mol sayısı(tanecik) kavramının bilgi testinde 7. soruda ölçüldüğü, başarı oranının %92,96 olduğu görülmektedir. Ancak problem basamaklarında 3 farklı soruda ölçülmüş ve başarı ortalaması 38,03 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 19

Mol Sayısı (tanecik) kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
4	4	28	39,44	4	5,63	39	54,93
9	2	52	73,24	5	7,04	14	19,72
14	1	25	35,21	3	4,23	43	60,56

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.7 Problem Basamaklarında 6 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Avogadro sayısı kavramının bilgi testinde 1. soruda ölçüldüğü, başarı oranının %95,77 olduğu görülmektedir. Ancak problem basamaklarında 2 farklı soruda ölçülmüş ve başarı değerlerinin farklı olduğu, 4. Soruda doğru cevaplayan katılımcı sayısının %40,85' e düştüğü belirlenmiştir.

Tablo 20

Avogadro Sayısı kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
4	3	29	40,85	27	38,03	16	22,54
9	1	57	80,28	2	2,82	12	16,90

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.8 Problem Basamaklarında 7 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Mol yöntemi kavramının bilgi testinde 9. soruda ölçüldüğü, başarı oranının %77 olduğu görülmektedir. Ancak problem basamaklarında 13 kez ölçülmüş ve başarı değerleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 21

Mol Yöntemi kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
1	4	48	67,61	3	4,23	20	28,17
2	3	45	63,38	1	1,41	25	35,21
3	2	49	69,01	5	7,04	17	23,94
5	4	39	54,93	2	2,82	29	40,85
6	7	5	7,04	9	12,67	57	80,28
7	6	7	9,86	9	12,67	55	77,46
10	1	36	50,70	9	12,67	26	36,62
11	3	29	40,85	11	15,49	33	46,48
12	3	39	54,93	3	4,23	29	40,85
13	3	25	35,21	1	1,41	45	63,38

14	4	27	38,03	3	4,23	41	57,75
14	5	23	32,39	2	2,82	46	64,78
15	2	23	32,39	6	8,45	42	59,15

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.9 Problem Basamaklarında 8 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Tepkime denklemi denkleştirme bilgi testinde 8. ve 10. Sorularda iki kez ölçülmüş ve başarı oranının yüksek olduğu belirlenmiştir. Problem basamaklarında bu kavram 6 kez ölçülmüş ve başarı değerleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 22

Tepkime Denklemi kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
1	1	39	54,93	23	32,39	9	12,67
3	1	43	60,56	18	25,35	10	14,08
5	1	56	78,87	1	1,41	14	19,72
14	2	26	36,62	4	5,63	41	57,75
14	3	26	36,62	3	4,23	42	59,15
15	1	29	40,85	17	23,94	25	35,21

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.10 Problem Basamaklarında 9 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Tepkime denklemi denkleştirme bilgi testinde 11. soruda ölçülmüş ve 71 katılımcıdan 54'ü tarafından doğru cevaplanmıştır. Problem basamaklarında bu kavram 4 kez ölçülmüş ve başarı değerleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 23

Sınırlayıcı Bileşen kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
5	7	10	14,08	3	4,22	57	80,28
6	6	4	5,63	3	4,22	64	90,14
11	2	26	36,62	5	7,04	40	56,34
15	3	35	49,29	9	12,67	27	38,02

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.11 Problem Basamaklarında 10 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Tam verim kavramı bilgi testinde 12. soruda ölçülmüş ve 71 katılımcıdan 58'i doğru olarak yanıtlamıştır. Problem basamaklarında bu kavram 3 kez ölçülmüş ve 5. soruda 11, 11. soruda 28, 15. soruda 31 kişi doğru olarak yanıtlayabilmiştir.

Tablo 24

Tam Verim kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
5	8	11	15,49	3	4,23	57	80,28
11	1	28	39,43	3	4,23	40	56,34
15	4	31	43,66	6	8,45	34	47,88

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.12 Problem Basamaklarında 11 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Saflık derecesi bilgi testinde 13. soruda ölçülmüş ve 55 katılımcı tarafından doğru olarak yanıtlanmıştır. Ancak bu oran problemler testinde daha da düşmüş ve 12. soruda 17 ve 13. soruda 28 katılımcı doğru cevap verebilmiştir.

Tablo 25

Saflık kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
12	5	18	25,35	13	18,31	40	56,34
13	1	28	39,44	2	2,82	41	57,75

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.2.13 Problem Basamaklarında 12 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Tablo 26

Bileşik /Molekül Formülü kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
4	1	57	80,28	2	2,82	12	16,90
4	2	53	74,65	4	5,63	14	19,72
7	7	7	9,86	9	12,68	55	77,46
8	1	38	53,52	16	22,54	17	23,94
9	3	14	19,72	42	59,15	15	21,13

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

Bileşik/molekül formülü bilgi testinde 14. soruda ölçülmüş ve 38 katılımcı doğru olarak yanıtlayabilmiştir. Problemler testinde başarı değerleri değişkendir. Örneğin problemler testi 4. soruda beklenmedik şekilde 57 kişi doğru cevaplamış, 7. soruda ise yalnızca 7 kişi doğru yanıt verebilmiştir.

3.2.14 Problem Basamaklarında 13 Numaralı Kavrama Ait Başarı Değerleri

Tepkime verimi kavramı bilgi testinde 15. soruda ölçülmüş ve 38 katılımcı doğru cevaplamıştır. Ancak problemler testi 6. oruda yalnızca 1 katılımcı doğru yanıt verebilmiştir.

Tablo 27

Tepkime Verimi kavramının problemler testinde kullanımına ait başarı değerleri

Soru no	Basamak no	Doğru		Yanlış		Boş	
		n	%	n	%	n	%
6	9	1	1,41	20	28,17	50	70,42

D: Doğru, Y: Yanlış, B: Boş

3.3 Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın üçüncü alt problemi ‘11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusunda doğru çözüm yoluna ulaşma becerileri nasıldır? Sorusundan yola çıkarak incelenmiştir. Bu bölümde doğru çözüm yolları için 1, G1 ve H kodları esas alınmıştır. H kodunun da seçilmesinin nedeni katılımcının, işlem hatası yapmış olsa da çözüm yolunu doğru kurmuş olmasıdır.

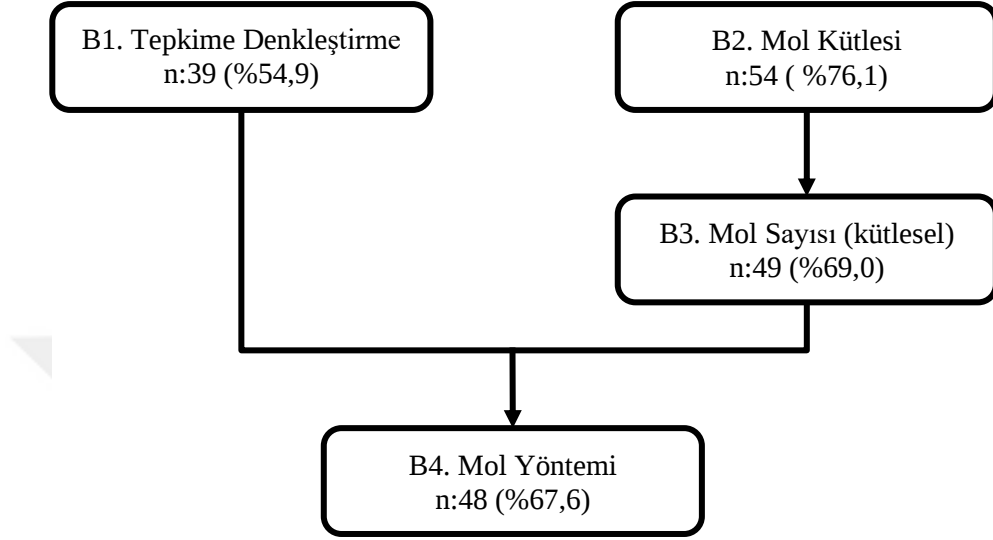
3.3.1 Problem Testinde 1 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Algoritmik problemlerin yer aldığı problem testinde ilk soru ‘Karbon ve hidrojenden oluşan bileşiklerin; oksijen gazı [$O_2(g)$] ile tepkimelerinden CO_2 ve H_2O açığa çıkar. 8 gram C_3H_4 gazı yeterince oksijenle yakıldığında oluşacak CO_2 gazı kaç mol olur? (Atom kütleleri (g/mol): H:1 C:12 O:16)’ şeklinde belirtilmiştir.

Bu problemin çözümünde öğrencilerden öncelikle tepkime denkleminin yazılması ve denkleştirilmesi (B1) beklenir. İstenen maddelerin mol kütlesi (B2) hesaplanır, mol sayısı ile

kütlesi arasındaki ilişkiyi (B3) veren denklem kurulur. Bu iki basamak ardışık basamaklardır. Ardışık çözüm basamaklarında, problemde çözülen bir basamak ikinci adımda kullanılır. Son olarak mol yöntemi (B4) ile sonuca ulaşılır.

Dört basamaktan oluşan bu sorunun çözüm şeması aşağıdaki gibidir.

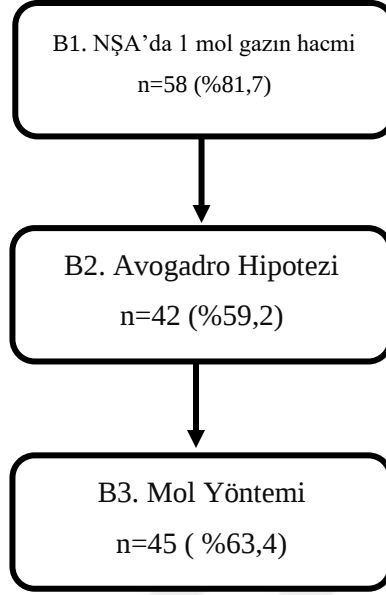


Şekil 5: 1 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.2 Problem Testinde 2 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problem testinde ikinci soru $\text{Na(k)} + \text{HCl(suda)} \rightarrow \text{NaCl(suda)} + 1/2 \text{H}_2\text{(g)}$

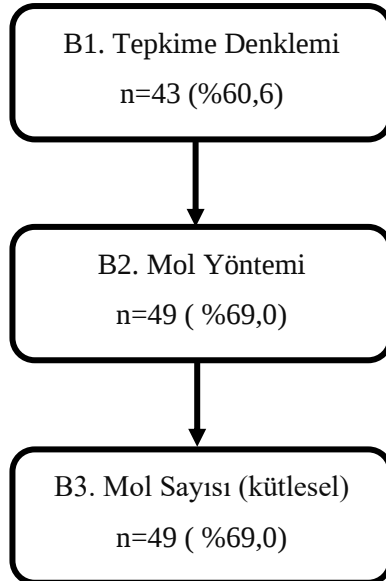
Yukarıda verilen kimyasal denkleme göre normal koşullarda 6,72 litre H_2 gazı oluşuyor. Buna göre tepkimeye giren Na metalinin molü kaçtır?’ şeklinde verilmişti. Bu problem üç basamaktan oluşmaktadır. Bu basamaklar ardışık olarak çözülmektedir. İkinci problemin çözüm şeması aşağıda verildiği gibidir.



Şekil 6: 2 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.3 Problem Testinde 3 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problem testinde üçüncü soru ‘0,2 mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ katısı yeterince HCl içeren sulu çözelti ile tepkimeye girerek CaCl_2 tuzu ve H_2O sıvısı oluşuyor. Buna göre oluşan H_2O sıvısının kütlesi ne kadardır? (H_2O : 18 g/mol)’ şeklinde belirtilmişti. Buna göre bu sorunun çözüm şeması aşağıda belirtilmiştir.



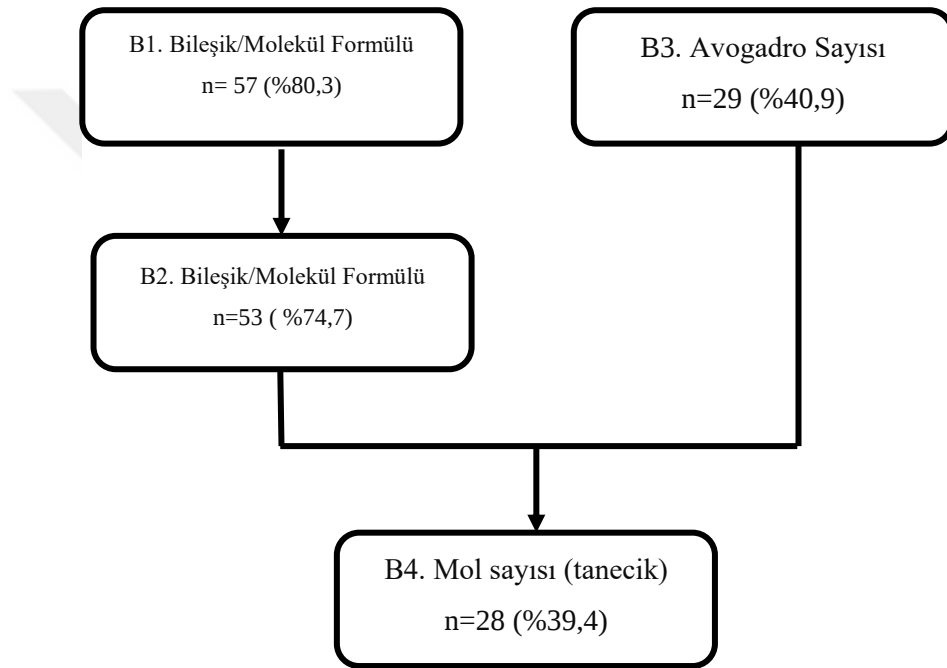
Şekil 7: 3 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

Üçüncü problem üç ardışık basamakta çözülen bir sorudur. Katılımcının öncelikle tepkime denklemini yazması, ardından mol yöntemini uygulayarak istenen maddenin molünü

hesaplayarak son basamakta mol sayısı kütle ilişkisini veren denklemde yerine koyarak doğru sonuca ulaşması gerekir.

3.3.4 Problem Testinde 4 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

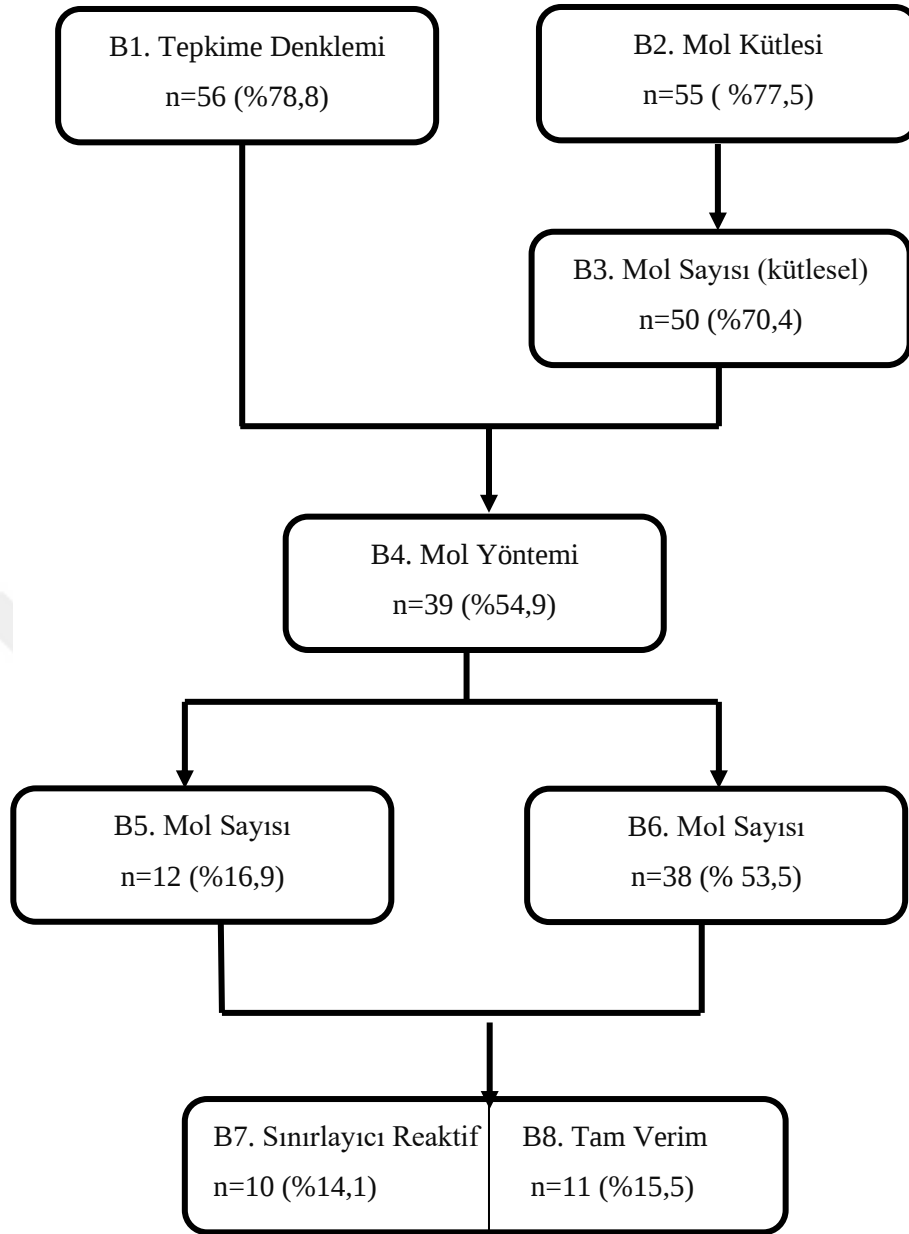
Problemlerden dördüncüsü ‘2 mol CaSO_3 bileşiğindeki oksijen atomlarının sayısı kaçtır?’ olarak belirlenmişti. Buna göre sorunun çözüm basamaklarının şematik gösterimi aşağıda verilmiştir.



Şekil 8: 4 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.5 Problem Testinde 5 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

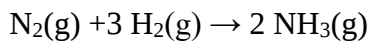
Problem testinde beşinci soru ‘Eşit kütledeki Ca ve S elementleri tam verimle tepkimeye girerek CaS bileşiğini oluşturmaktadır. CaS bileşiğinden 14,4 gram oluştuğuna göre, başlangıçta S elementinden kaç gram kullanılmıştır? (Atom kütleleri (g/mol): Ca:40 S:32)’ şeklinde belirtilmişti. Buna göre sorunun çözüm şeması aşağıda verilmiştir.



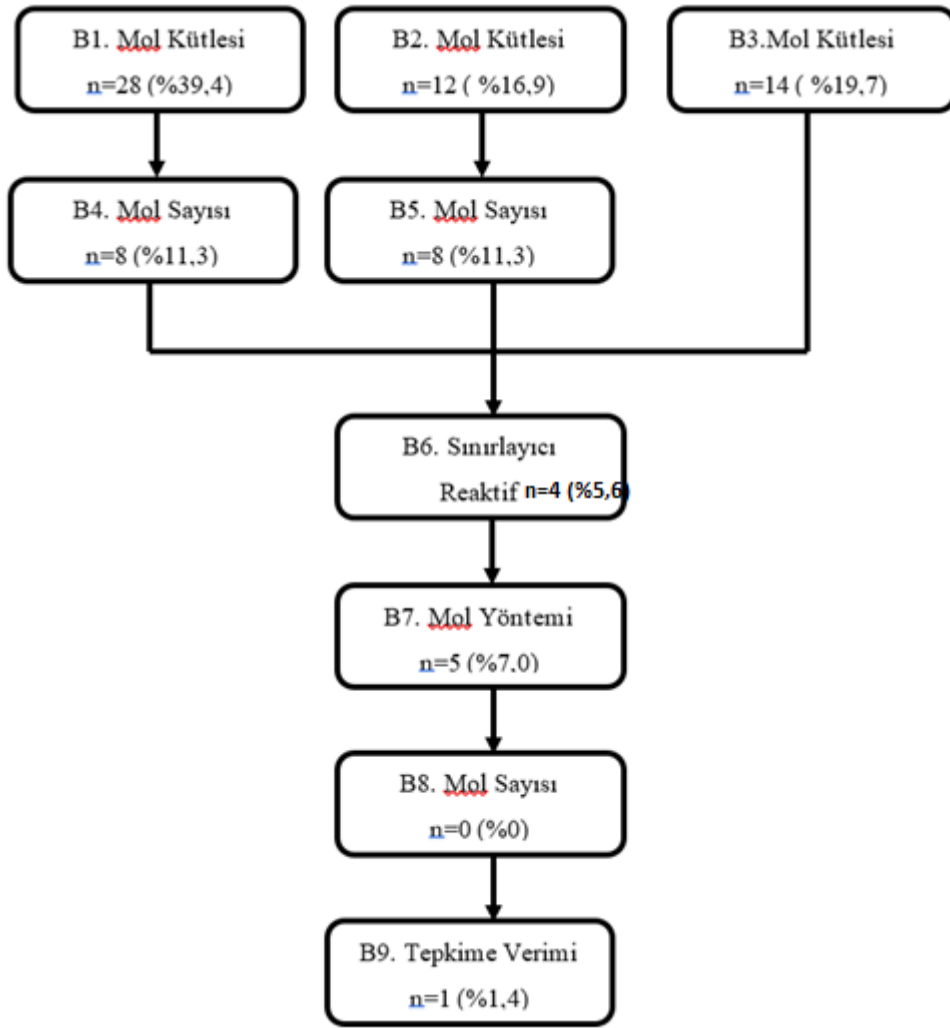
Şekil 9: 5 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.6 Problem Testinde 6 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problemler testinde altıncı soru ‘Bir amonyak (NH₃) üretim fabrikasında azot (N₂) ve hidrojen (H₂) gazlarından aşağıdaki tepkime denklemine göre amonyak üretiliyor.



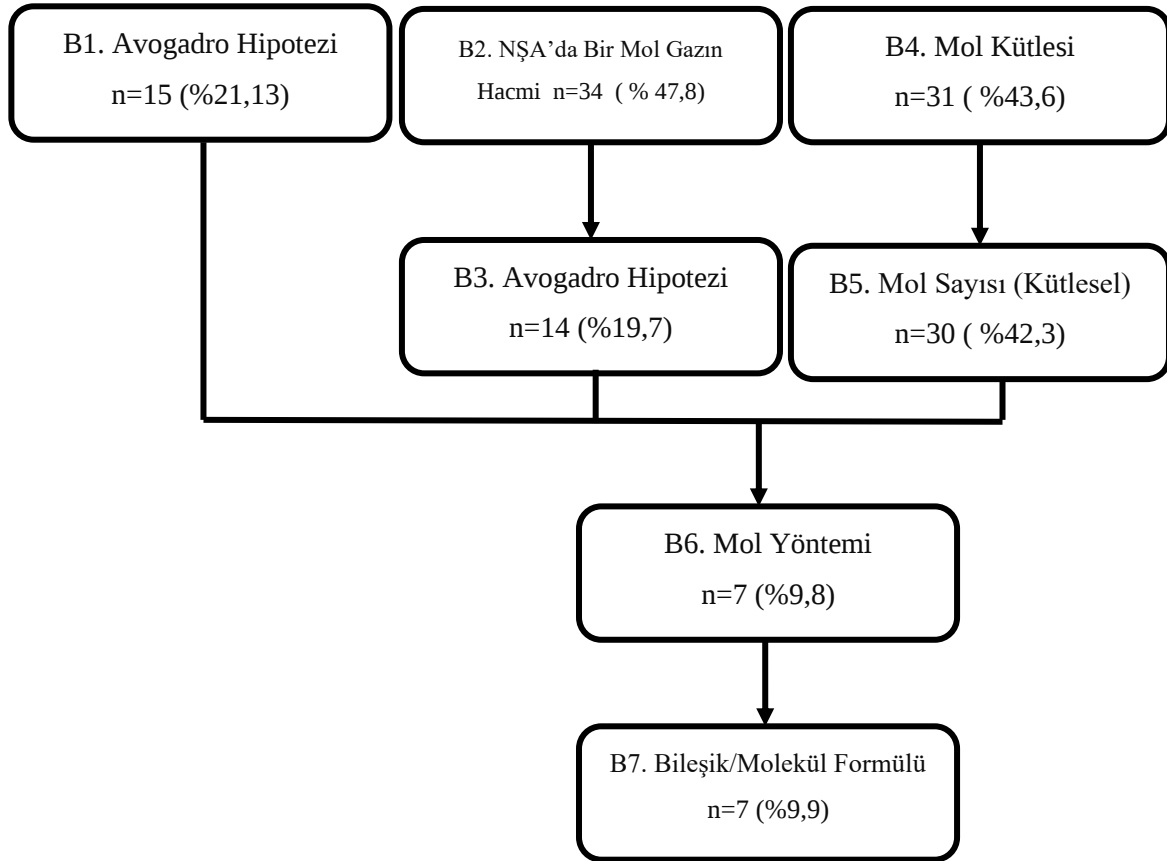
Fabrikada 140 kg azot ve 24 kg hidrojen ile 102 kg amonyak elde edildiğine göre tepkimenin verimi % kaçtır? (Atom kütleleri (g/mol): N:14 H:1)’ olarak verilmişti. Buna göre dokuz basamaklı sorunun çözüm şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 10: 6 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.7 Problem Testinde 7 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problem testinde yedinci soru ‘Karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan bir organik bileşiğin 0,2 molü 3 mol hava ile tamamen yakıldığında; normal koşullarda 8,96 litre CO₂ gazı ve 10,8 gram H₂O oluşmaktadır. Buna göre bileşiğin molekül formülü nedir? (Atom kütleleri (g/mol): C:12 H:1 O:16; havanın hacimce %20’si oksijendir)’ şeklinde verilmişti. Buna göre sorunun çözüm şeması aşağıda verilmiştir.

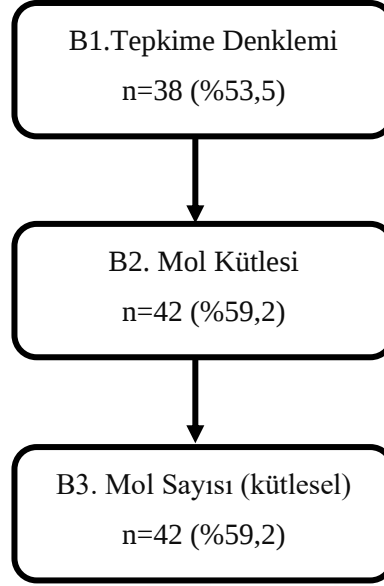


Şekil 11: 7 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.8 Problem Testinde 8 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problem testinin sekizinci sorusu ' $X(aq) + 3HCl(aq) \rightarrow AlCl_3(aq) + 3H_2O(s)$

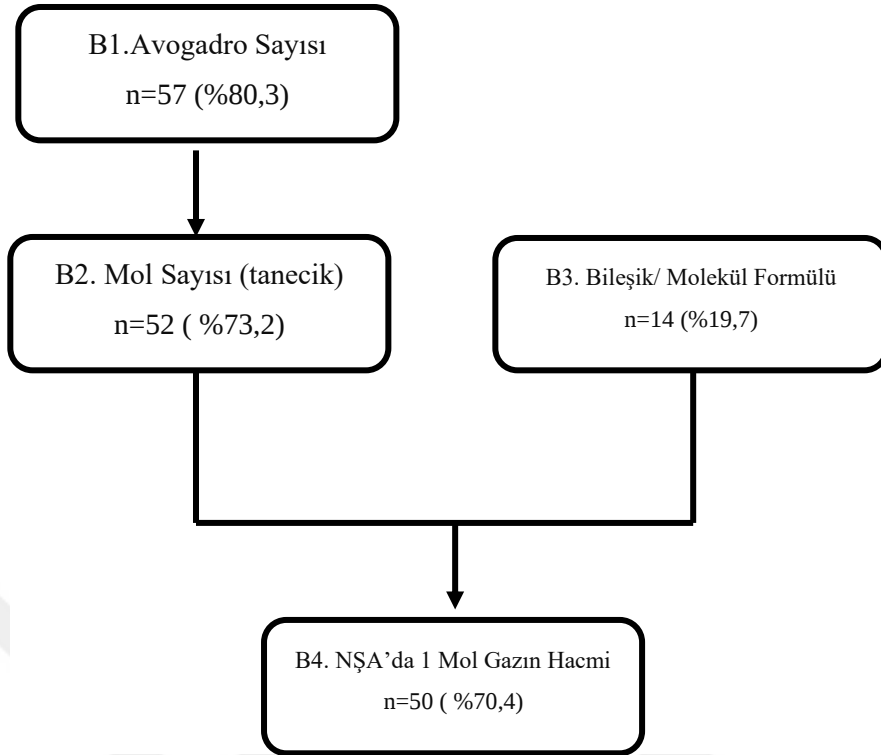
Yukarıda verilen kimyasal reaksiyonda X ile gösterilen kimyasal türün 2 molünün kütlesini hesaplayınız. (Atom kütleleri (g/mol): Al: 27 H:1 O:16)' şeklinde belirtilmişti. Buna göre sorunun çözüm şeması aşağıda verildiği gibidir.



Şekil 12: 8 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.9 Problem Testinde 9 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problem testinin dokuzuncu sorusu ‘Hidrojen gazı doğada iki atomlu moleküler formda bulunur ve $H_2(g)$ olarak ifade edilir. Buna göre $1,204 \times 10^{24}$ adet atom içeren hidrojen gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?’ şeklinde verilmişti. Buna göre sorunun çözüm basamakları aşağıda verildiği gibidir.

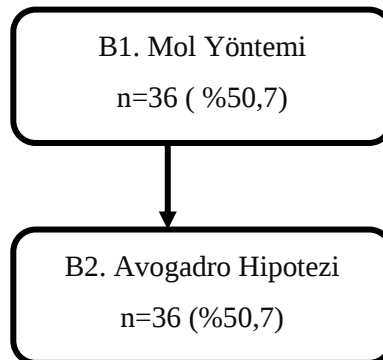


Şekil 13: 9 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.10 Problem Testinde 10 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problem testinin onuncu sorusu ' $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$ '

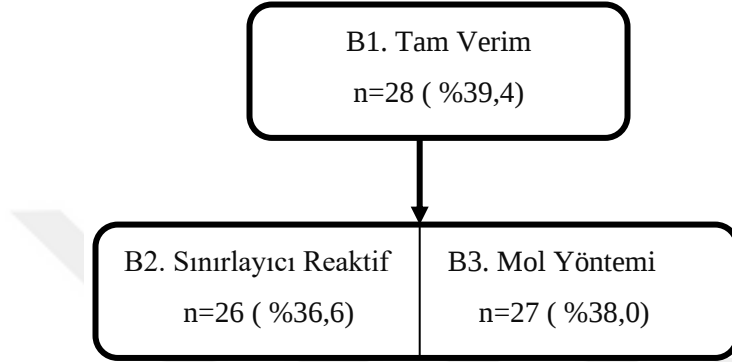
Yukarıdaki tepkimeye göre 50 litre NH_3 gazının oluşması için aynı koşullarda kaç litre N_2 gazı gerekir?' şeklinde verilmişti. Buna göre sorunun çözüm basamakları aşağıda verildiği gibidir.



Şekil 14: 10 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.11 Problem Testinde 11 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problem testinde 11 numaralı soru ' $4\text{HCl}(\text{suda}) + \text{MnO}_2(\text{k}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + \text{MnCl}_2(\text{suda}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ ' Yukarıdaki tepkimede 2 mol HCl ile 3 mol MnO_2 tam verimle tepkimeye giriyor. Buna göre oluşan MnCl_2 kaç moldür?' şeklinde verilmişti. Buna göre sorunun çözüm şeması aşağıda verildiği gibidir.

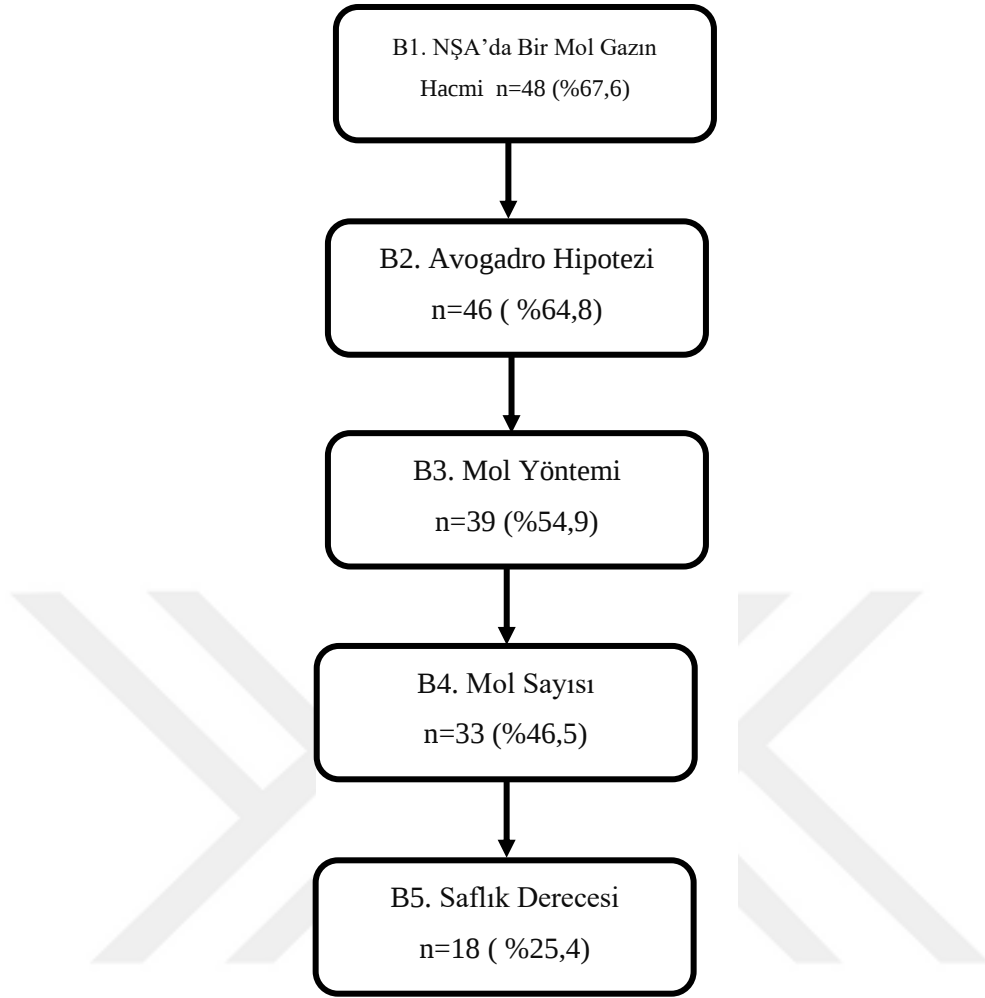


Şekil 15: 11 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.12 Problem Testinde 12 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problem testindeki 12 numaralı soru ' $2 \text{Al}(\text{k}) + 6 \text{HCl}(\text{suda}) \rightarrow 2 \text{AlCl}_3(\text{suda}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$ '

Yukarıda verilen tepkimeye göre normal koşullarda 6,72 litre H_2 gazı elde etmek için %50 saflıkta kaç gram Al alaşımı kullanılmalıdır? (Atom kütlesi (g/mol): Al:27)' olarak belirtilmişti. Buna göre sorunun çözüm şeması aşağıda verildiği gibidir.



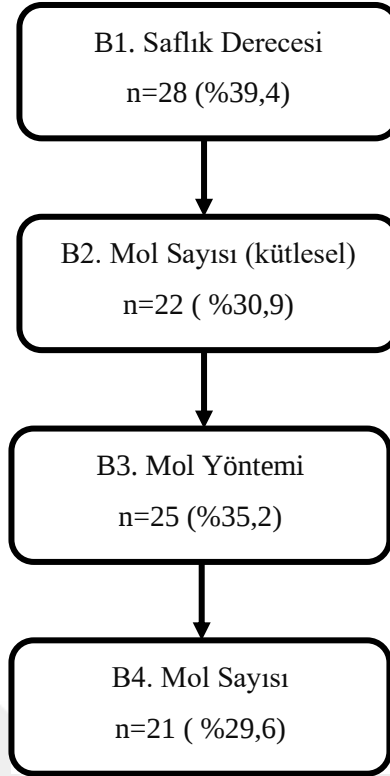
Şekil 16: 12 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.13 Problem Testinde 13 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problem testinde 13 numaralı soru ‘%50 saflıktaki 96 gram KClO_3 ;



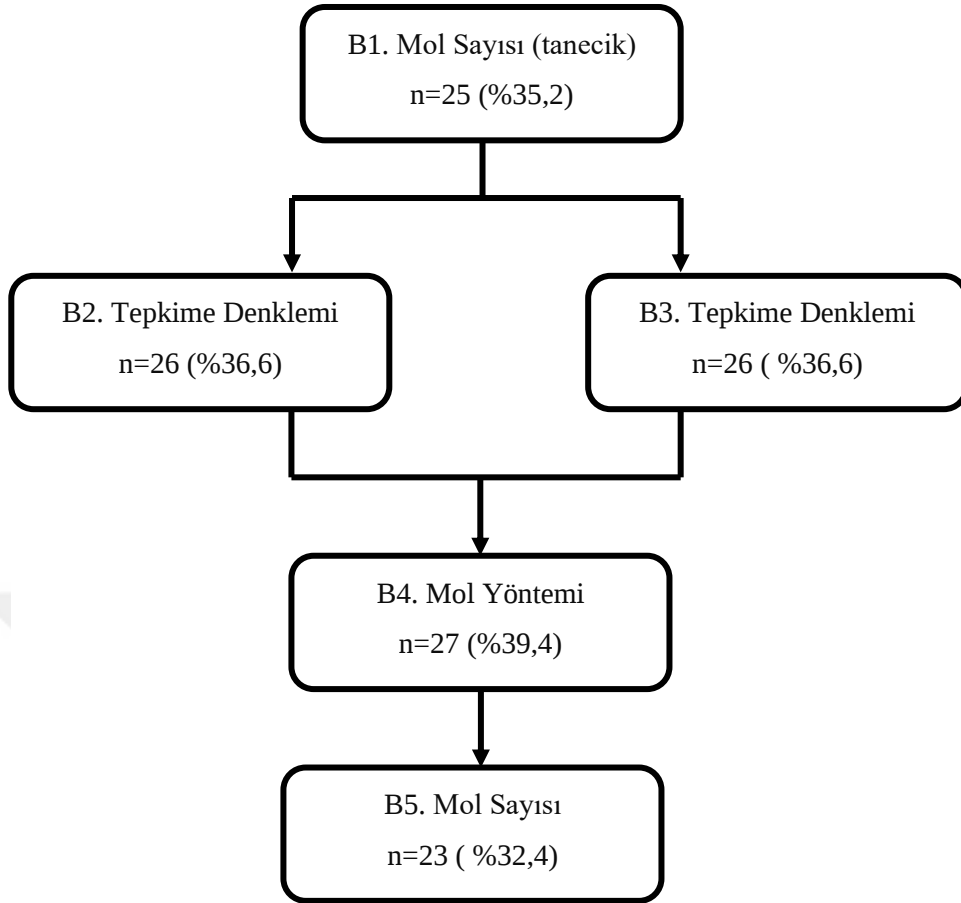
Tepkimesine göre ayrıştığında kaç gram O_2 gazı oluşur? (KClO_3 : 120 g/mol; O_2 : 32 g/mol)’ olarak belirtilmişti. Buna göre sorunun çözüm şeması aşağıda verildiği gibidir.



Şekil 17: 13 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.14 Problem Testinde 14 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

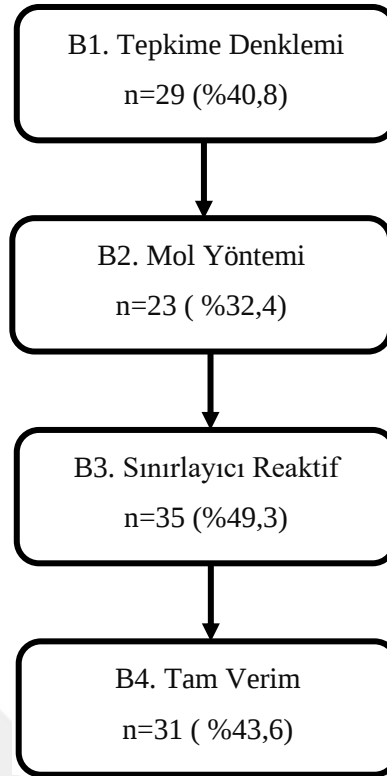
Problem testinde 14 numaralı soru ‘Karbon ve hidrojenden oluşan bileşiklerin oksijen gazı ile tepkimelerinden CO_2 ve H_2O açığa çıkar. Eşit molekül sayılı CH_4 ve C_3H_8 gaz karışımının yanması sonucu 2,4 mol H_2O oluşuyor. Buna göre başlangıçtaki gaz karışımı toplam kaç moldür?’ şeklinde verilmişti. Buna göre sorunun çözüm basamakları aşağıda verilmiştir.



Şekil 18: 14 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.3.15 Problem Testinde 15 Numaralı Sorunun Çözüm Basamakları ve Başarı Değerleri

Problem testinde 15 numaralı soru ‘4 mol H_2 gazıyla 6 mol O_2 gazı tam verimle tepkimeye girerek su bileşiğini $[H_2O(s)]$ oluşturmaktadır. Buna göre tepkimedeki sınırlayıcı reaktifi bulunuz.’ olarak belirtilmişti. Buna göre problemin çözüm şeması aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 19: 15 numaralı sorunun çözüm basamakları sıralaması ve başarı değerleri

3.4 Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın dördüncü alt problemi ‘11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problemlerdeki zihinsel işlemleri nasıldır?’ şeklinde belirtilmişti. Bu amaç doğrultusunda bu bölümde belirlenen zihinsel işlemler, katılımcıların G1 ve G0 olarak kodlanan, kağıt üzerinde açıkça belirtilmeden zihinden yapılan işlemleri belirtir.

3.4.1 Doğru İşlemler Yapılan Kavramlar ve Problem Basamakları

Problem basamaklarında mol kütlesi hesaplaması yapılırken kullanılan zihinsel işlemler ve kağıt üzerinde açıkça gösterilen işlemler tablo 28’de belirtilmiştir.

Tablo 28

Problem basamaklarında kağıt üzerinde açıkça doğru çözülen ve zihinden doğru çözülen kavramlara ait bulgular

Kavram no		1 kodlu		G1 kodlu	
		n	%	n	%
1	Mol sayısı (kütleli)	311	36,5	36	4,22
2	Mol kütlesi	121	24,35	102	20,52
3	Avogadro hipotezi	130	36,62	39	10,99
4	NŞA’da 1 mol gazın hacmi	129	45,42	61	21,48

5	Mol sayısı (tanecik sayısı)	88	41,31	13	6,1
6	Avogadro sayısı	43	30,28	43	30,28
7	Mol yöntemi	352	38,14	58	6,28
8	Tepkime denklemi denkleştirme	214	50,23	5	1,17
9	Sınırlayıcı bileşen	62	21,83	13	4,57
10	Tam verim	35	16,43	35	16,43
11	Saflık derecesi	41	28,87	4	2,82
12	Bileşik/Molekül formülü	115	32,39	54	15,21
13	Tepkime verimi	1	1,41	0	0

3.4.2 Yanlış İşlemler Yapılan veya Yanlışın Tam Olarak Tespit Edilemediği Kavramlar ve Problem Basamakları

Problem basamaklarında mol kütlesi hesaplaması yapılırken kullanılan zihinsel işlemler ve kağıt üzerinde açıkça gösterilen işlemler tablo 29’da belirtilmiştir.

Tablo 29

Problem basamaklarında kağıt üzerinde yanlış çözülen, zihinden yanlış çözülen ve işlem hatası yapılan kavramlara ait bulgular

Kavram no		0 kodlu		G0 kodlu		H kodlu	
		n	%	n	%	n	%
1	Mol sayısı (kütleli)	38	4,46	17	1,99	8	0,94
2	Mol kütlesi	9	1,81	16	3,22	2	0,40
3	Avogadro hipotezi	16	4,51	7	1,97	2	0,56
4	NŞA’da 1 mol gazın hacmi	2	0,7	4	1,41	0	0
5	Mol sayısı (tanecik sayısı)	9	4,23	3	1,41	4	1,88
6	Avogadro sayısı	1	0,7	27	19,01	0	0
7	Mol yöntemi	53	5,74	17	1,84	0	0
8	Tepkime denklemi denkleştirme	66	15,49	0	0	0	0
9	Sınırlayıcı bileşen	14	4,93	6	2,11	0	0
10	Tam verim	8	3,76	4	1,88	0	0
11	Saflık derecesi	14	9,86	1	0,7	1	0,70
12	Bileşik/Molekül formülü	27	7,61	46	12,96	0	0
13	Tepkime verimi	11	15,49	9	12,68	0	0

3.4 Araştırmanın Beşinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın beşinci alt problemi ‘11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problem çözümleri hakkındaki görüşleri nasıldır?’ şeklinde belirtilmişti. Yazılı ölçme araçlarının uygulamasının ardından, basamaklar hakkında öğrenciler ile yarı yapılandırılmış görüşmeler ile katılımcıların yanıtları not alınmış, yanlış basamakların nedenleri hakkında görüşülmüş, kavram yanlışları, zihinsel işlemleri, verilen kodlamalarla

karşılaştırılmış ve verilen kodların doğruluğu ile veriler desteklenmiştir.

Görüşme soruları (bkz. Ek-3) katılımcılara yöneltilirken öz değerlendirme bölümünde verdikleri cevaplar ve verilerin analizinde problem basamaklarında aldıkları kodlar incelenmiş ve görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların öz değerlendirme bölümüne verdikleri cevaplar incelenirken genellikle zihinden işlemlerin yapıldığı ve kağıt üzerinde açıkça belli olmayan G1, G0 basamakları, yanlış çözülen 0 kodlarını aldıkları basamaklar veya boş bıraktıkları basamaklar ve nedenleri üzerine sorular sorulmuştur.

Tablo 30

Katılımcılar ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler

Katılımcı	Görüşleri
K04	Ondalık sayılar ve virgüllerde hata yapıyorum. Kavramları başta anlamamıştım ama artık yapıyorum. Verim problemlerini yapamıyorum. Tanecik sayısı anlaşılamıyor.
K06	10. sorunun nasıl çözüldüğünü hatırlamıyorum. Virgüllerde yanlış yapıyorum. Test çözemiyorum. Havadan oksijen gazı eldesinde anlamadım. O₂ görünce anlamadım. Matematik soruları çözülür de kimyalar zor. Problem basamakları kurarken topla çıkart çarp böl ne yapacağıma karar veremiyorum. Problemi kuramayıp denkleştiremiyorum zor geliyor. Kesir yerine tam sayı kullanmaya çalışıyorum. Safılık ve verim problemlerinde bileşiği oluşturan elementlerin sayılarını artırırken sorun yok ama bölerken sorun var. Genel olarak problem çözerken işlem çözüm yolu ve kavramlarda sıkıntı yaşıyorum. Kavramları bilsem de çözüm yoluna oturtamıyorum. Modern atom gibi sözel konularda zorlanmıyorum ama molde çok zorlanıyorum. 7. soruda C yerine Ca yazmışım. Çözüm yoluna ulaşacak molekül formülüne ulaşamadım. O kadar sayının içinde virgülü nereye kaydıracağımı göremiyorum. Soruları k, x gibi şeyler görünce kafam karışıyor. Kimya sorularını çözerken yeni yollar geliştirdim kendimce çözmek için. Zihinden işlemler yapamam yazmam lazım.
K07	Atom sayısı denilince karışıyor. Üslü sayılarda virgüllerde karışıyor. Kimya zor bir ders değil, çalışınca yapıyorum. Denklem denkleştirmede hata yapmışım.

	2. soruda Zihinden işlemlerde hata yapmışım. 4. soruda atom sayısı ifadesini algılayamadım. 6. soruya dokunamadım, kg g çevirmekte zorlanıyorum. Molekül formülü ve basit formül bilmiyorum.
K08	Saflık problemlerinde zorlanıyorum. Sorularda görünce yapamıyorum. Aslında çözüm yolunu bulurum ama saflığı görünce... Karışım probleminde beraber yakmış gaz karışımı dediği için. Üslülerde bazen zorlanırım. Molekül formülü nedir bilmiyorum. Zaman aşımından dolayı hatırlamıyorum. Hidrojen gazı H dır. H^+ da olabilir. Karışım problemleri zor. Konuyu işlerken değil de çözerken zor. Ama kimyayı çok seviyorum bence kolay bir ders.
K11	Bileşik formülü yapının ayrılmamış halidir. Basit formül yapının parçalanmış halidir. Saflık nedir? Su saf bir maddedir. Tam verim tepkimenin %100 tepkimenin gerçekleşmesidir. Üslü sayılarda başarılıyım, ondalıklarda hata yapıyorum. 7. Soruda havanın %20 si dendiğinde kafam karıştı, gözüm korktuğu için bakmadım. %20'yi kimden ayıracağımı bilemedim. Kavramları ve aslında çözüm yolunu biliyorum. Bileşik, atom, molekül gibi ifadeleri karıştırıyorum. Atom sayısı denilince N_A anlamıyorum. Sorular basit olsaydı doğru sonuca ulaşırdım.
K12	Tanecikten mole geçmek zorluyor. Avogadro ile işlem yapmak zor. Çok soyut. Çok formül var ve ezberlemek gerekiyor. Zaman içerisinde oturuyor. Saflık problemleri zorluyor.
K34	Mol kavramını tam olarak mantığıma oturtamadım. Özellikle tanecik, molekül denilince farklı farklı ayrılıyorlar, bunu aklımda şöyle tutmaya çalışıyorum. Mesela bisküvi paketinde birçok bisküvi var, onların içinde de birçok çikolata parçaları var. Çok soyut olduğu için canlandırmak zor oluyor. Bir grafik ya da şekil olmadan beynimde canlandıramıyorum. Bence mol kavramında %50 başarılıyım. Soruyu okuyup denklemlere doğru şekilde yerleştiremiyorum. En zorlandığım işlem çarpma, kafadan yapamam yazmam gerek. Tam verimli ve artanlı tepkimelerde kimin biteceğini belirleyemiyorum, sıkıntı

	yaşıyorum. Mol, atom, tanecik, molekül kavramlarını anlamıyorum. Ama kavramları öğrenip mantığıma oturtabilirsem sorun olmuyor. Matematik problemleri ile kimya problemlerinde terimler farklı ama kimyada da normal bir problem çözüyor gibi. Matematikte işlemlerin nasıl ilerleyeceği bellidir ama kimyada kavramları bilmek gerekir. Mol kavramını bu yılın başında pek bilmiyordum ama farklı konuların içinde öğrenmişim. Şimdi daha iyiyim. 13. soruda saflık ifadesini görüp kaçtım, hiç dokunmadım.
K36	Avogadro sayısını sevmiyorum. Görünce ne yapacağımı şaşıyorum. Kaç tanedir N_A gerçek kütle gibi kavramlar sorulduğunda şıklardan hangisini seçeceğimi bilmiyorum. Problem çözerken denklemleri kurabiliyorum ama işlemleri yapmakta zorlanıyorum. Hesaplamalarda en çok saflık ve verim sorularını çözemiyorum. Kök ifadeleri mesela $(NO_3)_2$ gibi ifadelerde ürünleri bulmakta zorlanıyorum. Bugüne kadar 4 defa mol konusu anlatıldı, eskiden daha zordu şimdi biraz daha oturdu. Mesela 9. soruda işlem hatası yapmışım. Üslü sayılarla işlemler yaparken ondalıklarda virgöl kaydırırken hata yapıyorum. Bir de moleküldeki atomların molüne ve sayısına geçme konusunda anlamıyorum. Atom sayısı moleküldeki atomun mol sayısıdır.
K37	Birim çevirmek ve ondalık sayılarda virgöl kaydırmak hoşuma gitmiyor. Bende işlem hatası olmaz. Çözüm yolunu oluştururken sürekli soruyu okuyorum, zorlanıyorum. Verim problemlerinde zorlanıyorum. Mesela %60 verimle dediğinde girenlerde mi yoksa ürünlerde mi bir şey yapacağım, artan madde var mı, kafam karışıyor. Elektrokimyada, gazlarda, dengede ve hızda bazı soru kalıpları var mol ile ilgili. Onları sürekli tekrar etmezsem unutuyorum. Mantığını anlamamış oluyorum. Kimya zor bir ders bence, mantığını kavraması zor. Çok farklı çözüm yolları var. En zor ders kimya. Çok fazla şey var. Her seferinde farklı düşünmek zorunda kalıyorum, bir yerde tutuyor bir yerde tutmuyor. Sevmiyorum tek bir kalıbı yok. Kimya matematikten farklıdır. Çok fazla kavram var. 10. soruyu o zaman çözemedim ama şimdi çözerim çünkü zamanla çok soru çözdüm.
K38	Kavramları ve formülleri biliyorum ama hangi çözüm yolundan gideceğimi bilemiyorum. Saflık görünce ne yapacağımı bulamıyorum. Tanım olarak biliyorum ama soruda görünce yapamam. Şu an hala yapamam. Mol konusunu ilk başta anlamamıştım,

ön yargı oluştu ister istemez, sonra da bu önyargı ile dinlediğim için tam oturmadı hiçbir zaman.

Kimya dersi zor değil ama hesaplamalar zor. Kimyasal hesaplamalarda denklemleri nasıl kurmam gerektiğini bilemiyorum. Mesela geometri dersinde bir şekli 3 boyutlu düşünemiyorum hayal edemiyorum, bir cismi 90 derece çeviremiyorum. Kimya da öyle.

1. soruda $1/5 = 0,5$ e eşittir.

4. soruda atom sayısı diyor ya mol mü N_A mı ?

6. soruda kg cinsinden vermişsiniz, kg ne Allah aşkına? Üşendim işlem yapmaya. $108/100 = 10,8$ eşittir.

‘adet’ ifadesini görünce içim sıkılıyor.

N_A kelimesini itici buluyorum çünkü hem ondalık hem üslü işlem yapmak zor.

K40

Tüm tepkimeleri tam verime göre düşünmüşüm ama öyle olmaz mı zaten? Harcananların katsayısına göre bakılır, başlangıçta en fazla mole göre girenlerden alınır. Sorunun benden ne istediğini anlamak zor, denklemleri kuruyorum ama denklemin benden ne istediğini bulamıyorum.

Kimya dersini seviyorum, zor değil, ilgim var doğa bilimlerine. Bağlı atom kütleleri, akb gibi kavramları anlamıyorum sadece.

Problemin bir mantığı olmalı, uzun uzun çözerim kısa yolları anlamıyorum mantığıma yatmıyor.

Soruda verilen havanın %20’si oksijendir bilgisini soruda neden verdiğini anlamadım.

4. soruda $CaSO_3$ molekülünde 5 atom var. Tanecik dememiş o yüzden N_A kullanmadım. H_2 gazında 2 tane H var, doğru. Şu an çözerim.

K41

Ondalık sayılarda işlem yapmakta zorlanıyorum, çok karışık geliyor. Denklemleri kurmakta da zorlanıyorum. Tam verimi bilmiyorum, girenler tamamen biter, yoksa en az biri miydi? Karışım problemlerini de çözemiyorum mantığını anlamadım. Ters ve doğru orantıyı karıştırıyorum. Tanecik kavramını bilmiyorum, N_A ve $1/N_A$ gibi. Kimya dersi çok zor değil aslında, ilk öğrenince çok karışık gelse de zaman içerisinde diğer konuların içerisinde öğrendim.

Soruda gaz karışımı dediği için birlikte yaktım.

6. soruda verim ifadesini gördüm ve bıraktım, hep öyle yaparım.

	En çok virgüllü ve üslü sayıları bölmede karıştırıyorum. Problem 6'da işlem hatası var çünkü sayılar çok büyüktü. Atom sayısı demek bir molekülde atomun yanında kaç yazıyorsa odur.
K42	N_A tane ve Avogadro sayısı ifadelerini anlamıyorum ve karıştırıyorum. Bana ezber geliyor. Verim, saflık, derişim, hacim, molekül, atom gibi kavramları anlamıyorum. Mol ve kimyasal hesaplamalar konusunu yeteri kadar tekrar etmez ve soru çözmezsem unutuyorum. Hesaplamalar konusu zor geliyor. Bir de soruları çok yüksek sayılarla sorduklarında yanlış yaparsam diye korkup çok uğraşıyorum. H_2 gazında 2 mol H atomu var aslında, şimdi olsa yaparım ama. Saflık problemlerini de saflık ifadesini gördüğüm için kavramın tam karşılığını bilmiyorum. Sözel olarak biliyorum da sorularda çözemiyorum.
K49	Ondalık sayılarla işlem yaparken hata yapıyorum. Bazı konularda bilgi eksikliğinden dolayı yapamayabilirim. Kimyayı ve mol hesaplamalarını eğlenceli buluyorum. Verimde biraz zorlanıyorum. Zaten kimya ve matematik birbirine benziyor matematikte x, y, z var kimyada C, H, O...
K59	İlk soruda ve diğerlerinde de soru tipini ezberledim, mantığını bilmiyorum soruyu size açıklayamam. Kimya ile matematik dersi birleşince şaşıyorum. Mesela matematik dersinde de karışım problemleri çözdük ama kimyada olunca kafam karışıyor. İşlemleri zaten kağıt üzerinde yaparım, zihinden zor. Problem çözerken verilenleri güzel yazarım ama işlem yaparken zorlanırım, kesin hata yaparım. Aslında doğru çözüm yolunu bulamıyorum. Nerede nasıl kullanmak gerek bilmiyorum. Özellikle litreyi 22,4'ü virgül kaydırırsam hata yaparım. Saflık çok ezber, tanım olarak biliyorum ama N_A soruya katıldığında soruyu çözmekten vazgeçiyorum. Soruya dokunmak bile istemiyorum. Sorularda sayıları da çok saçma veriyorlar, zor soru soracağız diye. Soyut düşünmemiz bekleniyor ama somut düşünmeye çalışıyoruz, kavramlar soyut asla oturmuyor. $6,02 \times 10^{23}$ ne kadar uzun bir sayı.... Kimya aslında zor bir ders ama üniversite sınavında kolay soruyor. Aslında çok derinlikli, soyut anlatması da anlaması da zor. Mol ve hesaplamalarda bile bazı soru tipleri kalıplaşmış, her şey ezbere bilgi. Denklem denkleştirmede katsayısını mol zannediyordum, tam olarak öğrenememişim. Geometri dersinde de öyle, soyut, ispat olmazsa içime sinmiyor... Bazı hocalar her şeyi ezberden veriyor, mantığını verseler yaparım. Atomdan moleküle geçişte sıkıntı yaşıyorum. Matematik bir araç, kimya bir

amaçtır. Mesela yemek yaparken yemeğin pişmesi, tuzlu suyun geç kaynaması, matematik işlem yapmayı sağlar kimya bir şeyi açıklar.

soruda tepkimeyi yazmakta zorlandım.

4'te korktum dokunmadım.

5'te korktum tam verim vardı.

6'da verim vardı dokunmadım.

7'de havanın formülünü yazamadım. Genel olarak sayfaya bakıp gerildim.

K62 Atom küçük bir şey ama molü gösteremiyorsunuz molekül dediğinizde gözümde canlanıyor ama mol diyince canlanmıyor.

Uzun işlemli sorularda zorlanırım. Virgül kaydırırken zor olur. 10. sınıfta öğretmenimi sevmiyordum, hiç dinlemedim. Sonra da üstüne gitmedim. Mollerden atom sayısına geçmeyi öğrenemedim, denklem denkleştirme yapamamışım... Oran orantıda da kimi alta kimi üste yazacağımı bulamıyorum. N_A görünce bende işler karışıyor. Formüller çok ve ezber.

Bölme işlemi zor. Tam verimli sorular zor. Yine olsa yine yapamam. Matematik kolay kimyada soyut düşünemiyorum zor.

K66 Atom sayısı ifadesini anlamadık aklıma gelmiyor. Tanecik zor, kavramı bilmiyorum soruda göremiyorum. Denklemi denkleştirdim ama kendim yazamam, ürünü tahmin edemem.

Ondalık sayılarda ve üslülerde zorlanıyorum. Denklem denkleştirme konusunu bilmiyorum. $N=m/M_a$ zor ve anlaşılamaz. Çalışınca anladığım yerleri seviyorum ama anlamadığım yerleri sevmiyorum. Kavramlar zor çözüm yoluna ulaşmak zor. Dört işlemde zor. M_a 'nın ne olduğunu bilmiyorum, N_A ne demek onu bilmiyorum.

K67 Molekül tanecik değildir, atom bir taneciktir. İyon da tanecik değildir. Bileşik bir taneciktir. Matematikte de virgüllü sayılarda ve çok sıfırlı sayılarda işlem hatası yapıyorum. Problemi okuduğumda çözüm yolum yanlış oluyor. Ya sayıları yanlış kullanıyorum ya denklemi.

Mesela $Ca(OH)_2$ içeren denklemi denkleştirirken karşı tarafta bu 2'yi nereye koyacağız başa mı alta mı kafam karıştı.

Molden kütleye nasıl geçilir bilmiyorum. Şu an olsa en azından denerdim o zaman mole ön yargım vardı, anlayamamıştım birçok soruyu boş bıraktım.

Kimyayı seviyorum ama çok kavram var. Elementleri işlemlere dökmek, matematik kullanmak, denklemi kurmak çok zor. Çok soru çeşidi var hepsi farklı yollardan çözülüyor.

K69 Kimya soyut bir ders, molü kafamda oturtamadım. Sayılar çok zor ise yapamam, çok virgüllü sıfırlı. Soruyu gerçekten anlarsam çözebilirim. Mol ile molarite molaliteyi karıştırıyorum. Ezberliyoruz tam anlamıyoruz bence. Soruların ne demek istediğini tam olarak anlamıyoruz.

Çarpma işleminde zorlanırım sayılar büyükse.

Kimya ile matematik birbirinden farklı, kimya daha maddesel. Atom sayısı denilince Avogadro olacağını anlıyorum ama soruyu yaparken mol ile karıştırdım. Hidrojen gazı denildiğinde H anladım. H_2 değil. Kavramları biliyorum ama sorulara dökemedim.

K72 Sayılara bağlı, zor sayıları çözemiyorum. Kavram eksikim var. N_A yapamıyorum. Formülün nereden geldiğini sebebini bilmeden olmuyor ezberlemeyi sevmiyorum. Ondalık bölme yapamıyorum.

BÖLÜM IV

SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırmanın bu bölümünde öğrencilerin kimya dersinin temel konularından olan mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusu ile ilgili kavram hakimiyeti, problem çözüm yollarına ulaşma becerileri ve zihinsel işlem becerileri, elde edilen bulgular ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ışığında irdelenmiş ve yorumlanmıştır.

4.1. Birinci Alt Problemden Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmanın birinci alt problemi, ‘11. ve 12. sınıf öğrencileri arasında mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problemlerde kullanılan kavramlar, çözüm becerileri ve öz değerlendirmeleri açısından anlamlı bir fark var mıdır?’ sorusuna yönelik yapılan araştırma sonucunda bilgi testi ve problem testinde katılımcıların başarı düzeylerinin benzer olduğu, ancak öz değerlendirme testinde bazı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

Bilgi testinden elde edilen sonuçlar 11. ve 12. sınıf seviyesindeki katılımcıların başarıları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bu durum problem çözme başarıları için de geçerlidir. Problemlerde yer alan basamaklarda 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin başarı değerleri benzerdir. 10. sınıfta ilk kez öğrenilen mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusu başlangıçta oldukça karışık ve kavraması zor gelebilir. Hackling ve Garnett (1985) mol kavramı, kimyasal tepkimeler ve stokiyometri konularının öğrencilerin öğrenmekte en çok zorlandıkları konular olduğunu belirlemişlerdir.

Görüşmelerde katılımcılar 10. sınıfta bu soruları çözemediklerini, zamanla konunun daha anlaşılır olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum, konu ilk öğrenildiği andan itibaren geçen sürenin olgunlaşmayı ve bilişsel yeterliliği etkilediğini göstermektedir. Ancak 11. ve 12. sınıf seviyeleri arasında bilgi testi ve problemler testinde anlamlı bir farklılık olmamasının birden fazla sebebi olabilir. Örneğin 12. sınıf katılımcılarının bu konuyu farklı üniteler içerisinde kullanmalarından dolayı bilişsel yeterliliklerinin artması beklenir. Ancak 12. sınıf katılımcılarının mol ve kimyasal hesaplamalar konusunda başarılarının 11. sınıf seviyesindeki katılımcılarla benzer seviyede olduğunun görülmesi, bu konunun diğer ünitelerin kavramlarından bağımsız olarak sorular yöneltmesinden dolayı, aradan geçen zamanın da etkisi ile unutulmuş olabileceğini gösterir. Yapılan görüşmelerde katılımcılar bazı problem tiplerini ezberleyerek çözdüklerini ve bazı kavramların soru içerisinde kullanımını hatırlayamadıklarını belirtmişlerdir. Gable ve Sherwood (1984) yaptıkları çalışmada bir grup öğrenciye mol ile ilgili, diğer gruba ise terimsel ifadeler kullanmadan mol kavramını gündelik hayatla ilişkilendirip sorular yöneltmiş ve ikinci grubun daha başarılı olduğunu belirlemişlerdir. İlk grubun düşük başarıya sahip olmasının nedenini terimlerin anlaşılmasının zorluğuna bağlamıştır.

Öz değerlendirme testinde doğru yaptığını düşünen, boş bırakılan ve işlem hatası yapıldığı düşünülen basamak sayısı birbirine yakın iken kavramları bilmediğini düşünen basamak sayısı arasında büyük bir fark görülmüştür. Yapılan görüşmelerde 11. sınıf katılımcılarına kavramlar ayrı ayrı sorulduğunda rahatça tanımlamışlar ama 12. sınıf katılımcıları kavramları tanımlamakta zorlanmışlardır. 12. sınıf öğrencisi olan 68 numaralı katılımcı '*Kimyayı seviyorum ama çok kavram var. Elementleri işlemlere dökmek, matematik kullanmak, denklemi kurmak çok zor. Çok soru çeşidi var hepsi farklı yollardan çözülüyor.*' diyerek kavramlara yeterince hakim olmadığını açıklamıştır.

Öz değerlendirme bölümünde soruyu doğru çözdüm seçeneğini işaretleyip yanlış çözen 11. sınıf öğrencilerinin oranı 12. sınıf katılımcılarından fazladır. Kavramsal bilgi ve problem çözme performansları arasında fark olmadığı halde problem testinin öz değerlendirme bölümünde 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmesi, 11. sınıf öğrencilerinin daha özgüvenli olmalarının bir ürünüdür. Bunun nedeni 11. sınıf öğrencilerinin mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusunu 12. sınıf öğrencilerine göre daha yakın bir zamanda görmeleri ve kavramları hatırlamaları olabilir.

4.2. İkinci Alt Problemden Elde Edilen Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmanın ikinci alt problemi '11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki kavramlara hakimiyeti nasıldır?' sorusuna yönelik yapılan analiz sonucunda

katılımcıların bazı kavramları anlamakta güçlük çektikleri tespit edilmiştir.

Bilgi testinden elde edilen sonuç Avogadro hipotezi, bileşik/molekül formülü ve tepkime verimi kavramlarının öğrenciler tarafından öğrenilmesinin güç olduğunu göstermiştir. Bunun yanında bilgi testinde bazı kavramlarda yüksek başarı sağlamış olmasına rağmen problem basamaklarında aynı başarıyı sağlayamamış ve genellikle daha düşük başarı göstermişlerdir. Mol sayısı (kütleli), mol kütlesi, mol yöntemi, sınırlayıcı bileşen, tam verim, saflık, tepkime verimi kavramlarında katılımcıların bilgi testinde verdikleri cevaplara dayanarak bu kavramlara sahip oldukları ancak problem basamaklarında aynı başarıyı gösteremedikleri görülmüştür. Avogadro hipotezinde bu durum tam tersi bilgi testinde düşük başarı göstermesine rağmen bazı problem basamaklarında daha yüksek başarı göstermiştir.

Bilgi testinde genellikle tüm soruların başarı oranı yüksek, yanlış ve boş bırakma oranları oldukça düşüktür. Bazı kavramlarda diğerlerinden daha az başarı oranı hesaplanmıştır. Bu kavramlardan biri Avogadro hipotezinin sorulduğu, içerisinde ‘tane’ ifadesinin yer aldığı sorudur. Yapılan görüşmeler sonucunda katılımcıların molekül/bileşik formülünde yer alan atomların mol sayısından tane sayısına geçerken zorlandıkları, öğrencilerin zihninde atom, molekül, bileşik, tanecik gibi ifadeleri nerede ve ne zaman kullanacakları konusunda tam olarak emin olamadıkları ve zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları tespit edilmiştir. Katılımcılar kavramı öğrenmekte yaşadıkları zorlukları ‘Tanecik zor, kavramı bilmiyorum soruda göremiyorum’ şeklinde tanımlamış bir katılımcı tanecik kavramını bir kurabiyein içerisindeki çikolata gibi zihninde canlandığını söylemiştir. Özmen, Demircioğlu ve Ayas (2002) çalışmalarında, katılımcıların atom sayısı-molekül sayısı gibi kavramları birbiri yerine kullandıklarını tespit etmişlerdir.

Bileşik/molekül formülü kavramı bilgi testinde ortalama bir başarıya sahipken 4. soruda bu başarı yükselmiş, 7. ve 9. soruda başarılı öğrenci sayısının ise oldukça az olduğu görülmüştür. Bu kavramda bileşik/molekül formülü bulma sorularında özellikle bileşik formülünden elementlerin mol sayısına geçebilmekte sorun yaşamalarıdır. Katılımcılar bu durumu kimyanın soyut kavramlardan oluşan bir ders olduğu ve kavramları zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları düşüncesi ile açıklamaktadır. Özmen, Demircioğlu ve Ayas (2002) katılımcıların problemleri yanlış çözmelerinin bir nedeninin, eksik kavram bilgisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bunun nedenlerinden biri problem çözme basamaklarında öğrenciler verileri görüp, istenilenleri doğru tespit edememektedir. Öz değerlendirme bölümüne verilen cevaplarda ‘problemi doğru çözemedim çünkü problem çözüm yolunu bulamadım’ seçeneğinin oldukça fazla işaretlenmesi bu durumu desteklemektedir. Yani problem çözme becerileri yeterince

kuvvetli değildir. Yapılan birçok çalışma (örneğin Bender & Milakofsky, 1982; Gabel & diğerleri; Herron, 1978) öğrencilerin problem çözmede kullandıkları muhakeme becerilerinin kimya dersinde problem çözme başarısı ile orantılı olduğunu göstermiştir.

Kimya dersinde mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusunun bazı kavramlarını katılımcıların zihninde canlandıramamaları öğrencilerin tanecik, atom, molekül, iyon, bileşik gibi kavramların eksik öğrenilmesi gibi birçok etken bu konuda problem çözme becerilerini etkilemiştir. Katılımcılar ile gerçekleştirilen görüşmelerde öğrenciler de bu kavramları tam olarak anlayamadıklarını ve soruda görünce ne yapmaları gerektiğini bulamadıklarını ifade etmişlerdir. 41 numaralı katılımcı bunu ‘*Sorunun benden ne istediğini anlamak zor, denklemleri kuruyorum ama denklemin benden ne istediğini bulamıyorum.*’ şeklinde ifade etmiştir. 11. sınıf öğrencisi olan 6 numaralı katılımcı ise ‘*Matematik soruları çözülür de kimyalar zor. Problem basamakları kurarken topla çıkart çarp böl ne yapacağıma karar veremiyorum. Problemi kuramayıp denkleştiremiyorum zor geliyor.*’ ifadesini kullanmıştır.

Bir diğer nedeni problemler testinde ardışık basamaklarda, yani bir basamaktan elde ettiği sonucu diğer basamakta kullanarak problemin çözümünün sürdürülmesi istenildiği veya sonuca ulaşınca kadar kullanılması gereken basamak sayısının çok olduğu problemlerde öğrenciler soruyu çözmek yerine boş bırakmış veya çözümü yarıda bırakmışlardır.

Bir başka tespit, öğrencilerin kimya dersine veya bazı kavramlara önyargı geliştirmiş olmasıdır. Çalışmada katılımcılar ‘tam verim’, ‘sınırlayıcı reaktif’, ‘tepkime verimi’, ‘safılık’ gibi kavramları gördüklerinde soruyu çözemeyeceklerini veya sorunun çok zor olduğunu düşünüp boş bırakmayı tercih etmişlerdir. Dashah ve Coll (2007) stokiyometrik problemler ile ilgili yaptıkları çalışmada bazı soruları cevaplamayı denemediklerinden bahsetmiş ve bu durumun muhtemelen katılımcıların yeterliliklerine bağlı güven eksikliğinden kaynaklandığını belirtmiştir. Görüşmelerden elde edilen bulgular ışığında katılımcıların aslında bu kavramları ayrı ayrı bildikleri, ancak mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusunu öğrenirken çok zorlandıkları için önyargılı oldukları görülmüştür. 12. sınıf öğrencisi olan 68 numaralı katılımcı da yapılan görüşmelerde ‘*Şu an olsa en azından denerdim o zaman mole ön yargım vardı, anlayamamıştım birçok soruyu boş bıraktım.*’ ifadesini kullanmıştır.

Buradan elde edilen sonuçla, öğretmenin ders esnasında konuyu öğrenciye sevdirmesi ve önyargıları kırmasının önemi açıkça görülmektedir. Konunun öğrencilere karmaşık geldiği ve öğrenme gücü çekildiği birçok araştırmacının dikkatini çekmiş ve bu konuda oldukça fazla çalışma yapılmıştır. Nakhleh ve Mitchell (1993) ve Boujaoude, Salloum, ve Abd-El-Khalick (2004) yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin bilimsel kavramaları tam olarak öğrenmeden formülleri ezberleyerek algoritmik problemleri cevaplandırmaya çalıştıklarını

gözlemlemişlerdir. Kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirebilen öğrencilerin bu bilgilerini algoritmik problemlerin çözümünde başarı ile kullanabildiğini görmüşlerdir.

Kavramların fazla olması ve ne yazık ki öğrencilerin hepsini akılda tutmaya çalışmaları başarısızlığı getirmekte, öğrencileri kimya dersinden uzaklaştırmaktadır. Birçok öğrenci 10. sınıfta mol kavramı konusunu öğrendikten sonra sözel veya eşit ağırlık alanlarına yönelmeye karar vermektedir.

4.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan ‘11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki problemlerin doğru çözümüne ulaşma becerileri nasıldır?’ sorusuna yönelik yapılan analizler sonucu katılımcıların problemin doğru çözüm yoluna ulaşmakta bazı zorluklar yaşadığı ortaya konmuştur. Bu zorluklardan bazıları matematiksel işlemlerden, bazıları ise problemin içerdiği basamak sayısının fazla oluşundan ve zincirleme çözülen basamaklardan kaynaklanmaktadır.

Problemlerde bazı basamaklarda matematiksel işlemlerde hata yapma ihtimalinden bahsedilebilir. Oysaki elde edilen verilerde matematiksel işlem hatasının yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Daha da ilgi çekici olan nokta, görüşmelerde öğrencilerin matematiksel işlemlerde zorlandıklarını belirtmeleridir. Yapılan araştırmada işlem hatası yapma ihtimalinin yüksek olması beklenen basamaklarda öğrenciler yanlış yapmak yerine boş bırakmayı tercih etmişlerdir. Görüşmelerde katılımcılar özellikle birimleri birbirine dönüştürme, ondalık sayılarda virgül kaydırma, üslü sayılarla dört işlem yaparken üssü küçültmek veya büyütme gibi matematiksel bazı sorunlar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bucat ve Fensham (1995) da çalışmalarında stokiometrik soruların çözümünde oran orantı gibi sınırlı matematik bilgisinin etkileyici bir faktör olduğundan bahsetmişlerdir. Yanlış yapma ihtimaline karşın katılımcılar bu basamakları boş bırakmayı tercih etmişler, bu da araştırmada işlem becerilerindeki hata değerlerinin tam olarak yansıtılmasını engelleyici bir faktör olmuştur. Örneğin ilk kavram olan mol sayısı kütle ilişkisinin ölçüldüğü sorularda bilgi testinde oldukça iyi bir başarı elde edilmesine rağmen problemler testinde özellikle beşinci soruda ciddi bir düşüş yaşanmıştır. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin bu bilgiye sahip olmasına rağmen beşinci soruda başarının düşük olmasının nedenleri arasında verilen sayılarla işlem yapmanın zorluğu olarak belirlenmiştir.

Katılımcıların problem çözme başarılarında dikkat çeken bir diğer unsur, problemdeki basamak sayısı arttıkça başarıları oranının düşmesidir. Birbirlerine bağlı olan basamaklarda yani bir

önceki basamakta elde edilen değerin bir sonraki basamakta kullanıldığı durumlarda başarının giderek azaldığı görülmektedir. Az basamaklı problemlerde ise, basamaklar zincirleme de olsa başarı düzeylerinin birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Mol ve kimyasal hesaplamalar problemleri testinde karşılaşılan sorunlardan biri de birim çevirme olmuştur. Öğrenciler soruyu yanlış da olsa çözmek yerine sayılardan korktuklarını ve boş bırakmayı tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Katılımcılar birim çevirmeleri gereken bir soruda hata yapacaklarını düşündükleri için sorunun birçok basamağını boş bırakmışlar, bu yüzden doğru sonuca ulaşamamışlardır. Katılımcılar ile yapılan görüşmede bazı öğrenciler ise kg-g çevirmesi yaparken atacakları sıfırları yanlış hesapladıklarını belirtmiş, bazıları ise üşendiği için soruyu çözmek istemediğini belirtmiştir.

4.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın dördüncü alt problemi olan ‘11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problemlerdeki zihinsel işlemleri nasıldır?’ sorusuna yönelik yapılan analizler sonucu katılımcıların bazı kavramları kullanırken daha fazla zihinsel işlemlere başvurdukları, zihinsel işlemleri kullandıkları bazı kavramlarda ise daha fazla hata yaptıkları belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilere göre zihinden doğru yapılan basamak sayısı oldukça fazla olsa da problemler testinde katılımcılar genellikle soruları kağıt üzerinde açıkça çözmeyi tercih etmişlerdir. Özellikle mol sayısı (kütleli), mol yöntemi ve tepkime denklemi denkleştirme kavramlarını içeren basamaklarda öğrenciler zihinsel işlemleri daha az kullanmış genellikle kağıt üzerinde işlemler yapmıştır.

Zihinden yanlış yapılan işlemlerde ise özellikle mol yöntemi ve tepkime denklemi denkleştirme kavramlarında 0 kodunu alan katılımcı sayısı G0 kodunu alanlardan daha fazladır. Buradan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin, mol yöntemi veya tepkime denklemi gibi kavramları yazarak çözmediklerinde yani zihinden işlemlerle çözdüklerinde hata yapma oranının artacağını düşündükleri söylenebilir. Bunun nedenlerinden biri özellikle kökler ile oluşan bileşiklerde öğrencilerin kök içindeki bir elementin mol sayısını kolayca görememesi denebilir. Bu durumda mol yöntemi uygularken veya denklemi denkleştirirken atomların mol sayılarını yanlış hesaplamalarına sebep olur. Yapılan görüşmelerde katılımcıların bileşik/molekül formülü kavramında da bol hata yapmaları ve kavramı tam olarak öğrenemedikleri katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Bunun yanında bileşik/molekül formülü, mol kütlesi ve Avogadro sayısı kavramında zihinden yanlış yapılan işlem sayısı kağıt üzerinde yapılandan daha fazladır.

Bu durum da çıkarımı desteklemektedir.

4.5 Beşinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın beşinci alt problemi olan ‘11. ve 12. sınıf öğrencilerinin mol ve kimyasal hesaplamalar konusundaki algoritmik problem çözümleri hakkındaki görüşleri nasıldır?’ sorusuna yönelik yapılan görüşmelerde kavram testi ve problem testinde katılımcıların verdikleri cevaplarının nedenleri irdelenmiştir. Patton’a (1987) göre görüşme, bir bireyin iç dünyasına girmek ve onun bakış açısını anlayarak gerçekleşir (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Araştırmanın analizinden elde edilen verilere göre katılımcılar benzer kavramları anlamakta güçlük çekmişler ve benzer soruları boş bırakmayı tercih etmişlerdir. Mol ve kimyasal hesaplamalar konusunun ilk öğrenildiğinde daha zor geldiğini ancak zamanla öğrenmenin gerçekleştiğini, bazı problemlerde verilen üslü ve ondalık sayılarla işlem yapmakta zorlandıklarını ve saflık, verim gibi bazı kavramlara karşı önyargı geliştirdiklerini belirtmişlerdir.

Birçok görüşmede katılımcılar kimya dersinin zor bir ders olmadığını söylemişler ancak mol kavramının mantığını tam olarak anlayamadıklarından yakınmışlar, bazı kavramları zihinlerinde canlandıramadıklarından şikâyet etmişler ve soru kalıplarını ezberleyerek problemleri çözdüklerini söylemişlerdir. Bunun nedeni bazen bir kavramı anlayamamak bazen doğru çözüm yoluna ulaşamamak veya işlemlerde zorlanmak bazen de zincir basamakların bir noktasında takılmaktan kaynaklanmaktadır. Tüm nedenler birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü alt problemlerde detaylıca tartışılmıştır.

BÖLÜM V

ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında benzer çalışmaları yapmak isteyen araştırmacılara şunlar önerilebilir:

1. Mol kavramı ve kimyasal hesaplamalar konusunda tüm ortaöğretim kademeleri ve lisans düzeyinde uygulama tekrar edilebilir ve daha genellenebilir sonuçlar elde edilebilir.
2. Çıkan sonuçlar doğrultusunda mol ve kimyasal hesaplamalar konusunda kullanılan kavramların sayısının artırılması bu konudaki başarının daha detaylı ölçülmesine yardımcı olabilir.
3. Başarının düşük olduğu belirlenen kavramlar için, farklı öğretim teknikleri kullanıldığında başarıya etkisi incelenebilir.
4. Bilginin problem çözüm basamaklarında kullanılmasına yönelik yapılan çalışmalar artırılabilir.
5. Kimya ve matematik branşları ile ortak problem çözme üzerine yeni çalışmalar yapılabilir.
6. Problem çözme becerileri mol ve kimyasal hesaplamalar konusu dışında farklı konularda tekrar edilebilir.
7. Fen bilimleri alanında diğer branşlarda da problem çözme başarıları incelenebilir.
8. Birim çevirme ve işlemsel bilginin oluşmaya başladığı ilköğretim kademesinde de işlem becerileri ve birim çevirmek üzerinde çalışmalar yürütülebilir.



KAYNAKLAR

- Akay, H. (2006). Problem kurma yaklaşımı ile yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı, problem çözme becerisi ve yaratıcılığı üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Doctoral Dissertation, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Akbal, E. (2009). Ortaöğretim kimya eğitiminde mol konusunun öğretiminde kavramsal değişim metinlerinin başarıya etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. *Unpublished Master Thesis] Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Akben, N. (2018). Effect of concept cartoons used in teaching the mole concept. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 5(6), 157-160.
- Akben, N. (2019). Mol kavramının öğretiminde problem kurma yaklaşımına dayalı problem çözme uygulamaları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 79-10.
- Akben, N. (2019). Fen Öğretiminde Kullanılan Problem Kurma Yaklaşımına İlişkin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Görüşleri. *Ilkogretim Online*, 18(3). Arslan, Ç., & Altun, M. (2007). Rutin olmayan matematik problemlerini çözmeyi öğrenmek. *İlköğretim Çevrimiçi*, 6(1), 50-61.
- AYDIN, A. (2011). Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin bazı matematik kavramlarına yönelik hatalarının ve bilgi eksiklerinin tespit edilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 78-87.

- Bender, D. S. ve Milakofsky, L. (1982). Üniversite Kimyası ve Piaget: Yetenek ve başarı ölçütlerinin ilişkisi. *Fen Öğretiminde Araştırma Dergisi*, 19(3), 205-216.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. *Education in chemistry*, 25(3), 89-92.
- Bırncı Konur, K., & Pirasa, N. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının mol kavramındaki işlem becerilerinin belirlenmesi. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 38(3).
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1992). An introduction to theory and methods. *Qualitative research for education*.
- BouJaoude, S., Salloum, S., & Abd-El-Khalick, F. (2004). Relationships between selective cognitive variables and students' ability to solve chemistry problems. *International Journal of Science Education*, 26(1), 63-84.
- Brown, J. S., & Burton, R. R. (1978). Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills. *Cognitive science*, 2(2), 155-192.
- Brookfield, S. (1992). Varsayımları ortaya çıkarmak: yansıtıcı uygulamanın anahtarı. *Yetişkin Öğrenme*, 3(4), 13-18.
- Bucat, R. ve Fensham, P. J. (1995). Kimya derslerinde daha etkili öğretimin araştırılması. *Kimya Eğitiminde Araştırma Perspektiflerinde: Adri Verdonk'un emekliliği vesilesiyle* (s.87-96). Fen ve Matematik Eğitim Merkezi.
- Cai, J., & Nie, B. (2007). Problem solving in Chinese mathematics education: Research and practice. *ZDM*, 39(5-6), 459-473.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (1998). *Research Methods in Science Education*. New York: Routledge.
- Creswell, J. W. (2017). Karma yöntem araştırmalarına giriş. (M. Sözbilir, çev. ed.). Ankara: Pegem Akademi.

- Dahsah, C., & Coll, R. K. (2007). Thai Grade 10 and 11 students' conceptual understanding and ability to solve stoichiometry problems. *Research in Science & Technological Education*, 25(2), 227-241.
- DEDE, Y., & YAMAN, S. (2006). Fen ve Matematik eğitiminde problem çözme: kuramsal bir çalışma. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(32), 116-128.
- Demircioğlu, H., Ayas, A., Demircioğlu, G., & Özmen, H. (2015). Effects of storylines embedded within the context-based approach on pre-service primary school teachers' conceptions of matter and its states. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 16, No. 2, pp. 1-30). The Education University of Hong Kong.
- Devers, K., & Frankel, R. (2000). Study design in qualitative research—2: Sampling and data collection strategies. *Education for health*, 13(2), 263-271.
- Dierks, W. (1981). Teaching the mole. *European Journal of Science Education*, 3(2), 145-158.
- Dierks, W. (1981). Stoichiometric Calculations: Known Problems and Proposed Solutions at a Chemistry-Mathematics Interface. Devletler, N. L. (2013). Yeni nesil bilim standartları: Devletler için, devletler tarafından.
- Dori, Y. J. ve Hameiri, M. (1998). 'Mol Ortamı' çalışması: nicel kimya problemlerine çok boyutlu analiz uygulamak. *Uluslararası Fen Eğitimi Dergisi*, 20(3), 317-333.
- Ennis, R. H. (1987). Eleştirel düşünme eğilimlerinin ve yeteneklerinin taksonomisi.
- Eylon, B. S. ve Linn, M. C. (1988). Öğrenme ve öğretim: Fen eğitiminde dört araştırma perspektifinin incelenmesi. *Eğitim araştırmalarının gözden geçirilmesi*, 58(3), 251-301.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2006). How to design and evaluate research in education. New York: *The McGraw-Hill Companies. Inc.*, (1221 Avenue of the Americas, NY 10020).

- Furió, C., Azcona, R., Guisasola, J., & Ratcliffe, M. (2000). *Difficulties in teaching the concepts of amount of substance and mole*. *International Journal of Science Education*, 22(12), 1285-1304.
- Gable, D. ve Sherwood, R. (1984). Bilinen analog görevi kullanarak mol kavramı görevleriyle ilgili zorlukları analiz etme. *J. Arş. Bilim. Öğret*, 21, 843-851.
- Goldstein, E. B. (2013). *Bilişsel psikoloji*. Kaknüs
- Gorin, G. (1994). Mole and chemical amount: A discussion of the fundamental measurements of chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71(2), 114.
- Güçyeter, Ş. (2011). DISCOVER problem matrisinin revize edilmesi ve psikometrik özelliklerinin incelenmesi. *Türk Üstün Zeka ve Eğitim Dergisi*, 1(1), 104-131.
- Hackling, M. W. ve Garnett, P. J. (1985). Kimyasal denge kavram yanılgıları. *Avrupa Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 205-214.
- Herron, J. D. (1978). Piaget sınıfta. Başvurular için yönergeler. *Kimya Eğitimi Dergisi*, 55(3), 165.
- Hopkins, S. L., & Lawson, M. J. (2002). Explaining the acquisition of a complex skill: Methodological and theoretical considerations uncovered in the study of simple addition and the moving-on process. *Educational Psychology Review*, 14(2), 121-154.
- Hunt, D. D., Carline, J., Tonesk, X., Yergan, J., Siever, M. ve Loebel, J. P. (1989). Klinik öğretmenlerinin katipliklerde karşılaştığı problem türleri. *Tıp eğitimi*, 23(1), 14-18.
- Johnson-Laird, P. N., & Savary, F. (1999). Illusory inferences: A novel class of erroneous deductions. *Cognition*, 71(3), 191-229.
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20).
- Krishnan, S. R., & Howe, A. C. (1994). The mole concept: Developing an instrument to assess conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 71(8), 653.

- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 363-374.
- Lazonby, J. N., Morris, J. E., & Waddington, D. J. (1982). The muddlesome mole. *Education in Chemistry*, 19(4), 109-111.
- Lin, H. S. Ve Chiu, H. L. (2004). Öğrencilerin bilimin doğasını ve problem çözme stratejilerini anlamaları. *Uluslararası fen eğitimi Dergisi*, 26(1), 101-112.
- Lovett, M. C. (2002). Problem çözme.
- Güntut, M., Güneş, P., ve Çetin, S. (2019). Ortaöğretim Kimya 10 Ders Kitabı. (İkinci Baskı). Ankara
- Mayer, R. E. (1989). Çözme insan nonadversary sorun. *İnsan ve makine problem çözmede* (s. 39-56). Springer, Boston, ANNE.
- Mullins, D. R., Overbury, S. H., & Huntley, D. R. (1998). Electron spectroscopy of single crystal and polycrystalline cerium oxide surfaces. *Surface Science*
- Morales, R. V., Shute, V. J. ve Pellegrino, J. W. (1985). Basit matematik kelime problemlerini anlama ve çözmede gelişimsel farklılıklar.
- Nakiboğlu, C., & Kalın, Ş. (2003). High school students' difficulties about problem solving in chemistry courses I: according to experienced chemistry teachers. *Kastamonu Education Journal*, 11(2), 305-316.
- Nakhleh, M. B., & Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving: There is a difference.
- Nakiboğlu, C., & Kalın, Ş. (2003). Ortaöğretim öğrencilerinin kimya derslerinde problem çözme güçlükleri-I: Deneyimli kimya öğretmenlerine göre.
- Özmen, H., Demircioğlu, G., & Ayas, A. (2002). Lise 2 öğrencilerinin mol kavramı ve kimyasal hesaplamalarla ilgili anlama seviyeleri ve problem çözme yeterliliklerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma. *V Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı, CiltII, Ankara*.

- Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147-159.
- Patton, Yüksek Lisans (1987). *Değerlendirmede nitel yöntemler nasıl kullanılır* (No. 4). Bilge.
- Polya, G. (1997). Nasıl Çözmeli?. İngilizceden Çeviren: Feryal Halatçı. Ankara: Sistem Yayıncılık.
- Quellmalz, E. S. (1987). Akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesi.
- Reif, F. (1995). Understanding and teaching important scientific thought processes. *Journal of Science Education and Technology*, 4(4), 261-282.
- Royer, J. M., Tronsky, L. N., Chan, Y., Jackson, S. J., & Marchant III, H. (1999). Math-fact retrieval as the cognitive mechanism underlying gender differences in math test performance. *Contemporary educational psychology*, 24(3), 181-266.
- Schmidt, H. J. (1990). Secondary School students' strategies in stoichiometry. *International Journal of Science Education*, 12, 457-471
- Schmidt, H. J. (1994). Stoichiometric problem solving in high school chemistry. *International Journal of Science Education*, 16(2), 191-200.
- Schunk, D. H. (2009). *Eğitimsel bir bakışla öğrenme teorileri*. 5. Baskı.(Çevirenler: Mahmut Yasin Demir, Kerem Celasun, Zeynep Hayal Kaçkar, Ebru Üzümcü, Başak Evrim Şahin). Ankara
- Staver, J. R., & Lumpe, A. T. (1993). A content analysis of the presentation of the mole concept in chemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(4), 321-337.
- Staver, J. R., & Lumpe, A. T. (1995). Two investigations of students' understanding of the mole concept and its use in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2), 177-193.
- TDK, 2021. Türkçe sözlük. Ankara. Türk Dil Kurumu.

- Turgut, M. F., Baker, D., Cunningham, R. ve Piburn, M. (1997). İlköğretim fen öğretimi. Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Ulusal Araştırma Konseyi. (2012). *K-12 fen eğitimi için bir çerçeve: Uygulamalar, keşif kavramlar ve temel fikirler*. Ulusal Akademiler Basını.
- Watkins, D., & Hattie, J. (1985). A longitudinal study of the approaches to learning of Australian tertiary students. *Human Learning: Journal of Practical Research & Applications*.
- Yenilmez, K., & Elif, Y. A. Ş. A. (2008). İlköğretim öğrencilerinin geometrideki kavram yanlışları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 461-483.
- Yildirim, A., & Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara
- Yildirim, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara

EKLER

Ek-1

Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Bilgi Soruları

Açıklamalar: Aşağıdaki sorular, sizin mol ve kimyasal hesaplamalar konusunda geçen bazı terimleri doğru hatırlayıp hatırlamadığınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Her bir soruyu okuduktan sonra en uygun olduğunu düşündüğünüz seçeneği işaretleyiniz.

1) Genellikle N_A ile sembolize edilen Avogadro sayısı kaçtır?

- a) $6,02 \times 10^{22}$
- b) $6,02 \times 10^{23}$
- c) $60,2 \times 10^{23}$
- d) 602×10^{23}
- e) $6,02 \times 10^{24}$

- a) 12 g/mol
- b) 13 g/mol
- c) 16 g/mol
- d) 18 g/mol
- e) 24 g/mol

2) Normal koşullarda 1 mol gaz kaç litre hacim kaplar?

- a) 2,24 L
- b) 22,4 L
- c) 44,8 L
- d) 224 L
- e) 448 L

5) 2 mol propan (C_3H_8) gazının 50 litre hacim kapladığı koşullarda, 3 mol metan (CH_4) gazı kaç litre hacim kaplar?

(Atom kütleleri: C: 12 g/mol; H :1 g/mol)

- a) 50 L'den az
- b) 50 L
- c) 50 L – 75 L arası
- d) 75 L
- e) 75 L'den fazla

3) 1 mol CO_2 gazı kaç gramdır?

(Atom kütleleri: C: 12 g/mol; O: 16 g/mol)

- a) 12 g/mol
- b) 16 g/mol
- c) 28 g/mol
- d) 32 g/mol
- e) 44 g/mol

6) 56 gram N_2 gazı kaç moldür?

(Mol kütlesi: N_2 : 28 g/mol)

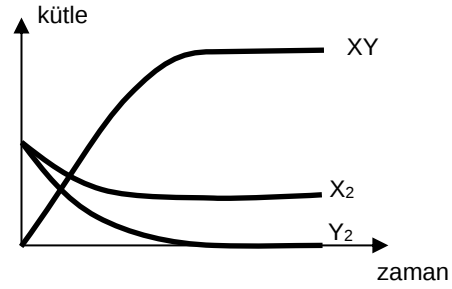
- a) 0,25 mol
- b) 0,5 mol
- c) 1 mol
- d) 2 mol
- e) 4 mol

4) CH_4 gazının mol kütlesi ne kadardır?

(Atom kütleleri: C: 12 g/mol; H: 1 g/mol)

7) 2 mol N₂ gazı kaç adet molekül içerir?
(N_A: Avogadro sayısı)

- a) (N_A / 2) adet
- b) N_A adet
- c) 2 x N_A adet
- d) 0,5 x N_A adet
- e) 2 x 22,4 x N_A adet



8) C₂H₄(g) + O₂(g) → CO₂(g) + H₂O(g)
Yukarıda verilen tepkime denklemi, tamsayılar ile denkleştirildiğinde girenlerin katsayıları toplamı kaç olur?

- a) 4
- b) 5
- c) 6
- d) 7
- e) 8

9) CH₄(g) + 2 O₂(g) → CO₂(g) + 2 H₂O(g)
Yukarıdaki tepkime denklemine göre 2 mol CH₄ gazı ile kaç mol O₂ gazı tepkimeye girer?

- a) 0,5 mol
- b) 1 mol
- c) 2 mol
- d) 4 mol
- e) 6 mol

10) X + KOH → KCl + H₂O
Tepkime denkleminde X ile gösterilen madde aşağıdakilerden hangisidir?

- a) HCl
- b) Cl₂O
- c) H₂
- d) Cl₂
- e) KOCl

11) Aşağıda grafikte, bir kimyasal tepkimede yer alan türlerin zamanla kütlelerindeki değişim verilmektedir. Buna göre tepkimedeki sınırlayıcı bileşen hangisidir?

- a) X₂
- b) Y₂
- c) XY
- d) X₂ ve Y₂
- e) X₂ ve XY

12) “Tam verimle gerçekleşen tepkime” terimi için aşağıda verilen tanımlardan hangisi en uygundur?

- a) Tepkimeye giren maddelerin aynı fazda olması
- b) Tepkime sonucunda bir miktar ürün elde edilmesi
- c) Tepkimeye giren maddelerden en az birinin tamamen tükenmesi
- d) Tepkimeye giren maddelerin her birinden bir miktar artması
- e) Elde edilen ürünlerin toplam mol sayısının girenlerin toplam mol sayısı kadar olması

13) Kireç taşı; zengin miktarda kalsiyum karbonat (CaCO_3) tuzu içeren bir kayadır. %75 saflıktaki 80 gram kireç taşı kaç gram CaCO_3 içerir?

- a) 60 g
- b) 25 g
- c) 40 g
- d) 80 g
- e) 75 g

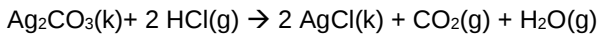
14) Sülfürik asitin formülü H_2SO_4 'dür.
Bir miktar saf sülfürik asitle ilgili olarak;

- I. "O" atomlarının sayısı, "S" atomlarının sayısının 4 katıdır
- II. "O" atomlarının mol sayısı, "S" atomlarının mol sayısının 4 katıdır
- III. "O" atomlarının toplam kütlesi "S" atomlarının toplam kütesinin 4 katıdır

İfadelerinden hangisi veya hangileri doğrudur?

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

15) Aşağıdaki tepkime denkleminde göre AgCl bileşiği elde ediliyor.



Tepkimenin tam verilme gerçekleşmesi durumunda oluşması beklenen AgCl miktarı 72 gram iken, tepkime sonunda 54 gram AgCl elde ediliyor. Buna göre tepkimenin verimi nasıl hesaplanır?
(Mol kütlesi AgCl : 144 g / mol)

- a) $(54 / 2) \div 100 = \% 27$
- b) $54 / 144 = \% 37,5$
- c) $72 / 144 = \% 50$
- d) $54 / 100 = \% 54$
- e) $54 / 72 = \% 75$

Doğru cevaplar: 1: b; 2: b; 3: e; 4: c; 5: d; 6: d; 7: c; 8: a; 9: d; 10: a; 11: b; 12: c; 13: a; 14: a; 15: e

Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusunda Problemler

Açıklama: Aşağıda, mol ve kimyasal hesaplamalar konusu ile ilgili problemler verilmiştir. Problemlerin çözümlerini boş bırakılan alana yazınız. Problemi çözüldükten sonra her problem için çözümün altında bulunan formu, problemle ilgili durumunuzu yansıtacak şekilde işaretleyiniz.

Problem 1:

Karbon ve hidrojenlerden oluşan bileşiklerin; oksijen gazı $[O_2(g)]$ ile tepkimelerinden CO_2 ve H_2O açığa çıkar. 8 gram C_3H_4 gazı yeterince oksijenle yakıldığında oluşacak CO_2 gazı kaç mol olur? (Atom kütleleri (g/mol): H:1 C:12 O:16)
ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- ☐ Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
 Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
☐ Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
☐ Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
☐ Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 2:

$Na(k) + HCl(suda) \rightarrow NaCl(suda) + 1/2 H_2(g)$
 Yukarıda verilen kimyasal denkleme göre normal koşullarda 6,72 litre H_2 gazı oluşuyor. Buna göre tepkimeye giren Na metalinin molü kaçtır?
ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- ☐ Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
 Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
☐ Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
☐ Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
☐ Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 3:

0,2 mol $Ca(OH)_2$ katısı yeterince HCl içeren sulu çözelti ile tepkimeye girerek $CaCl_2$ tuzu ve H_2O sıvısı oluşuyor. Buna göre oluşan H_2O sıvısının kütlesi ne kadardır? (H_2O : 18 g/mol)
ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- ☐ Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
 Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
☐ Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
☐ Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
☐ Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 4

2 mol $CaSO_3$ bileşiğindeki oksijen atomlarının sayısı kaçtır?
ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- ☐ Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
 Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
☐ Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.

- () Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 5:

Eşit kütledeki Ca ve S elementleri tam verimle tepkimeye girerek CaS bileşiğini oluşturmaktadır. CaS bileşiğinden 14,4 gram oluştuğuna göre, başlangıçta S elementinden kaç gram kullanılmıştır? (Atom kütleleri (g/mol): Ca:40 S:32)

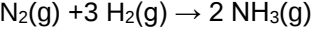
ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- () Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 6:

Bir amonyak (NH₃) üretim fabrikasında azot (N₂) ve hidrojen (H₂) gazlarından aşağıdaki tepkime denkleminde göre amonyak üretiliyor.



Fabrikada 140 kg azot ve 24 kg hidrojen ile 102 kg amonyak elde edildiğine göre tepkimenin verimi % kaçtır? (Atom kütleleri (g/mol): N:14 H:1)

ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- () Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 7:

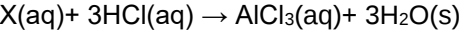
Karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan bir organik bileşiğin 0,2 molü 3 mol hava ile tamamen yakıldığında; normal koşullarda 8,96 litre CO₂ gazı ve 10,8 gram H₂O oluşmaktadır. Buna göre bileşiğin molekül formülü nedir? (Atom kütleleri (g/mol): C:12 H:1 O:16; havanın hacimce %20'si oksijendir)

ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- () Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 8:



Yukarıda verilen kimyasal reaksiyonda X ile gösterilen kimyasal türün 2 molünün kütesini hesaplayınız. (Atom kütleleri (g/mol): Al: 27 H:1 O:16)

ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- () Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 9:

Hidrojen gazı doğada iki atomlu moleküler formda bulunur ve H₂(g) olarak ifade edilir. Buna göre 1,204 x 10²⁴ adet atom içeren hidrojen gazı normal koşullarda kaç litre hacim kaplar?

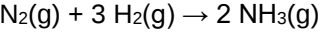
ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- () Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.

() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 10



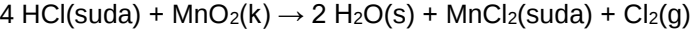
Yukarıdaki tepkimeye göre 50 litre NH_3 gazının oluşması için aynı koşullarda kaç litre N_2 gazı gerekir?

ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- () Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemde geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 11



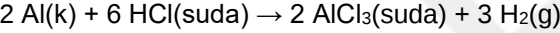
Yukarıdaki tepkimede 2 mol HCl ile 3 mol MnO_2 tam verimle tepkimeye giriyor.-Buna göre oluşan MnCl_2 kaç moldür?

ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- () Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemde geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 12:



Yukarıda verilen tepkimeye göre normal koşullarda 6,72 litre H_2 gazı elde etmek için %50 saflıkta kaç gram Al alaşımı kullanılmalıdır? (Atom kütlesi (g/mol): Al:27)

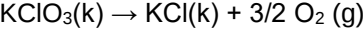
ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- () Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemde geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 13:

%50 saflıktaki 96 gram KClO_3 ;



Tepkimesine göre ayrıştığında kaç gram O_2 gazı oluşur? (KClO_3 : 120 g/mol; O_2 : 32 g/mol)

ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- () Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemde geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 14:

Karbon ve hidrojenden oluşan bileşiklerin oksijen gazı ile tepkimelerinden CO_2 ve H_2O açığa çıkar. Eşit molekül sayılı CH_4 ve C_3H_8 gaz karışımının yanması sonucu 2,4 mol H_2O oluşuyor. Buna göre başlangıçtaki gaz karışımı toplam kaç moldür?

ÇÖZÜM:

Problemin çözümünüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.

- () Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.

Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Problem 15:
4 mol H₂ gazıyla 6 mol O₂ gazı tam verimle tepkimeye girerek su bileşimini [H₂O(s)] oluşturmaktadır. Buna göre tepkimedeki sınırlayıcı reaktifi bulunuz.
ÇÖZÜM:

Problemin çözümüyle ilgili olarak aşağıdakilerden birini işaretleyiniz.
() Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
Problemi doğru olarak çözemedim çünkü:
() Problemden geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
() Tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
() Problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.



Görüşme Soruları

(Katılımcıların Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konu İle İlgili Problem Çözme Güçlükleri)

Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum seçeneğini işaretlemiştir.

Soruyu çözerken hangi yolları izledin?

Kavramları doğru öğrendiğini düşünüyor musun?

Üslü sayılar konusunda başarılı olduğunu düşünüyor musun?

Ondalık sayılar konusunda başarılı olduğunu düşünüyor musun?

Oran orantı konusunda başarılı olduğunu düşünüyor musun?

Kimyasal denklemler konusunda başarılı olduğunu düşünüyor musun?

Problem çözüm yolunu oluştururken seni en çok zorlayan kısım nedir?

İşlem yaparken en çok zorlayan kısım nedir?

Problemin çözüm yolunu bulamadım seçeneğini işaretlemiştir.

Soruda anlamakta zorlandığın noktalar neler?

Matematik dersinde problemler çözerken zorlanır mısın?

Üslü sayılar konusunda başarılı olduğunu düşünüyor musun?

Ondalık sayılar konusunda başarılı olduğunu düşünüyor musun?

Oran orantı konusunda başarılı olduğunu düşünüyor musun?

Kimyasal denklemler konusunda başarılı olduğunu düşünüyor musun?

Denklem kurarken zorlandığın noktalar nelerdir?

Problemde geçen bazı kimyasal kavramları bilmediğim için soruyu çözemedim seçeneğini işaretlemiştir.

Ders işlenirken öğrenmekte zorlandığın kavram hangileriydi?

Ders işlenirken karşılaştığın güçlükler nelerdi?

Kimya dersini zor buluyor musun? Neden?

Mol konusunu zor buluyor musun? Neden?

Kimyasal Hesaplamalar konusunu zor buluyor musun? Neden?

Kavramı bilseydin nasıl bir çözüm yolu izlerdin?

Sayılarla işlemler yapmakta zorlandığını belirtmiştir.

Matematik dersinde öğrenmekte güçlük çektiğin noktalar neler?

Dört işlem yaparken güçlük çektiğin noktalar neler?

Üslü sayılar konusunda soru çözerken güçlük çektiğin noktalar neler?

Ondalık sayılar konusunda soru çözerken güçlük çektiğin noktalar neler?

Oran orantı konusunda soru çözerken güçlük çektiğin noktalar neler?

Kimyasal denklemler, matematik denklemlerinden farklı mı? Hangi noktalarda farklar var?

Denklemleri doğru kurduğunu düşünüyor musun?

Katılımcıların Bazı Özellikleri

Katılımcı Kodu	Cinsiyet	Sınıf	10. sınıf 1. Yazılı	10. sınıf 2. Yazılı	Katılımcı Kodu	Cinsiyet	Sınıf	10. sınıf 1. Yazılı	10. sınıf 2. Yazılı
K01	Erkek	11			K34	Kız	12		
K02	Erkek	11			K35	Kız	12		
K03	Kız	11			K36	Kız	12		
K04	Kız	11			K37	Erkek	12		
K05	Erkek	11			K38	Erkek	12		
K06	Erkek	11			K39	Erkek	12		
K07	Erkek	11			K40	Kız	12		
K08	Erkek	11			K41	Kız	12		
K09	Erkek	11			K42	Kız	12		
K10	Erkek	11			K43	Kız	12		
K11	Kız	11			K44	Erkek	12	100	97
K12	Kız	11			K45	Erkek	12	86	87
K13	Erkek	11			K46	Kız	12	100	81
K14	Erkek	11	90	85	K47	Kız	12	93	94
K15	Erkek	11	55	57	K48	Erkek	12		
K16	Erkek	11	86	49	K49	Kız	12	100	100
K17	Kız	11	88	65	K50	Kız	12	96	81
K18	Kız	11			K51	Erkek	12		
K19	Kız	11	95	86	K52	Erkek	12	93	97
K20	Kız	11			K53	Erkek	12		
K21	Kız	11	46	56	K54	Erkek	12		
K22	Kız	11	88	67	K55	Kız	12		
K23	Kız	11	78	62	K56	Kız	12	95	75
K24	Erkek	11	86	73	K57	Kız	12		
K25	Kız	11	71	74	K58	Erkek	12		
K26	Kız	11	100	100	K59	Kız	12	100	84
K27	Kız	11	90	90	K60	Kız	12	96	92
K28	Kız	11	90	85	K61	Kız	12	70	74
K29	Kız	11	98	90	K62	Kız	12		
K30	Kız	11	94	94	K63	Kız	12		
K31	Kız	11	90	72	K64	Erkek	12		
K32	Erkek	11			K65	Erkek	12	64	51
K33	Erkek	11	98	79	K66	Erkek	12		
					K67	Kız	12		
					K68	Kız	12		
					K69	Erkek	12		
					K70	Erkek	12		
					K71	Kız	12		

Ek-5
Katılımcıların Bilgi Testine Verdikleri Yanıtlar

Soru No Katılımcı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
K01	B	B	E	C	D	D	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K02	B	B	E	C	A	D	C	A	D	A	B	C	A	B	E
K03	B	B	E	C	C	C	C	A	D	A	B	C	A	D	B
K04	B	B	E	C	C	C	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K05	B	B	E	C	C	D	C	D	D	A	D	C	A	D	
K06	B	B	E	C	C	D	C	A	D	A	B	C	A	C	C
K07	B	B	E	C	D	D	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K08	B	B	E	C	D	C	C	A	D	A	B	C	A	A	
K09	B	B	E	C		D	C	A	C	A	B	A	B		
K10	B	B	E	C	D	C	C	A	D	A	B	C	A	A	B
K11	B	B	E	C	D	C	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K12	B	B	E	C	D	C	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K13	B	B	E	C	D	C	C	A	D	A	B	C			
K14	B	B	E	C	D	C	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K15	B	B	E	C	A	D	C		D	A	B	C		B	B
K16	B	B	E	C	C	D	C	A		A	B	C	A	A	E
K17	B	B	E	C	C	B	C	A	D	A	B	C	A	E	E
K18	B	B	E	C	C	D	C	D	D	A	C	C	D	E	B
K19	B	B	E	C	C	D	C	A	D	A	B	C		A	B
K20	B	B	E	C	A	C	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K21	B	B	E	A	C	C	C	D	B	E	D	A	A	E	C
K22	B	B	E	C	A	D	C	E	B	A	B	C	A	D	B
K23	B	B	E	C	C	D	C	A	B	A	B	C	A	A	
K24	B	B	E	C	D	C	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K25	B	B	E	C	D	D	C	A	B	A	D	A		C	A
K26	B	B	E	C	A	C	C	A	D	A	B	C	D	D	E
K27	B	B	E	C	A	D	C	A	D	A	B	C	A	A	
K28	B	B	E	C	C	C	C	E	D	A	B	C	A	A	
K29	B	B	E	C	D	D	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K30	B	B	E	C	C	C	C	B	D	A	B	C	A	A	E
K31	B	B	E	C	C	D	C	A	B	A	B	C	A	E	A
K32	B	B	E	C	D	D	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K33	B	B	E	C	D	D	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K34	B	B	E	C	D	D	C	A	D	A	C	C		A	B
K35	B	B	E	C		D	C	A	D	A	B	C	A	D	E
K36	B	B	E	C	D	D	C	D	D	A	B	C		C	E
K37	B	B	E	C	D	C	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K38	B	B	E	C	A	D	C	D	D	A	B	C	A	A	E
K39	B	B	E	C	D	D	C	A	D	A	B	C	A	A	B
K40	B	B	E	C	A	D	C	A	C	A	B	C	A	A	E
K41	B	B	E	C	A	D	C	A	D	A	B	C	A	D	B
K42	B	B	E	C	A	D		A	D	A	D	C	A	A	
K43	B	B	E	C	A	D	C	A	C	A	C	E	E	C	B
K44	B	B	E	C	D	C	C	E	D	A	B	C	A	A	E
K45	B	B	E	D	A	D	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K46	B	B	E	C	A	D	C	A	D	A		C		A	

K47	B	B	E	C	A	D	C	A	D	A	B	C	A	D	E
K48		B	E	C	C	D	C	A	D	A	B	C	A	D	B
K49	B	B	E	C	D	C	C	A	B	A	B	C	A	A	E
K50	B	B	E	C	B	D	C	A	D	A	D	C		E	B
K51	B	B	E	C	A	D	E	A	D	A	B	C	A	C	A
K52	B	B	E	C	D	C	C	A	D	A	B	C	A	A	
K53	B	B	E	C	D	D	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K54	B	B	E	C	A	D	C	E	D	A	B	C	A	D	E
K55	B	B	E	C	D	D	C	A	D	A	B	E	A	A	
K56	B	B	E	C	A	D	C	A	D	A	B	C	A	C	E
K57	E	B	E	C		D	C	A		D		E		D	
K58	B	A	C	B	A	B	C			A	D	A			E
K59	E	B	E	C		D	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K60	B	B	C	C	A	D	C	A	D	A	D	C	A	A	A
K61	B	B	E	C	A	D	C	A	D	A	A	C	A	C	E
K62	B	B	E	C	A	D	C	A	D	A	B	C	A	A	E
K63	B	B	E	C	D	C	C	A	B	A	B	C	A	E	E
K64	B	B	E	B	A	D	B	A	C	A	B	A	A	A	E
K65	B	B	E	C	A	C	B	A	C	A	B	C	B	D	E
K66	B	A	E	D	A	D	C	E	D	A	D	E	A	B	B
K67	B	B	E	D	C	D	C	A		D	C	A		B	B
K68	B	B	E	C	C	D	B	A		A	B	E	A	D	E
K69	B	B	E	C	A	D	C	A	D	B	C	E	A	C	E
K70	B	B	E	C	A	C	C	A	D	A	B	E	A	A	E
K71	B	B	E	D	A	D	C	A	D	A	D	C	A	A	

Ek-6
Katılımcıların Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusu ile İlgili Problemler Testinden Aldıkları Net Puanlar

Soru No Katılımcı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
K01	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
K02	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1		0	0	0	1
K03	1	1	1	0	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0
K04	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
K05	0		1	0	1		0	0	0	1	1				
K06	1	0	1	0	0	0		0	0	1					1
K07	0	0	0	0	0	0		1	0		0	0	0	1	1
K08	1	1	1	0	1	0	0		0	1	1	0		0	1
K09			0	0	1	0		0	0	1		0			1
K10	0	0	0	0	1	0			0	1		0	0		
K11	1	1	1	0	1	0		1	0	1	1	0	1	1	1
K12	1	1	1	1	1	0	0		0	1	1	0	1	1	1
K13	0	0	1	0	1	0			0	1	1	0			1
K14	1	0	1	1	0	0	0	0							
K15				0											
K16	0		0	1				1							
K17	1	1	1	1	1	0		1	0	0	1	0			
K18				0	0						0				0
K19	1	1	1		0			1	1	0	1	0		0	0
K20	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
K21	0	0		0	0		0	0							
K22	0		1	0	0			0	0						0
K23	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0			0	1
K24	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0		0
K25	0	0	0	0			0	1	0						
K26	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
K27	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
K28	1	1	1	0	1		0	1	0	1	1	0			1
K29	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
K30	1	0	1	1	0			1	0	1		0		1	1
K31	0	0	0	1	1	0			0			0	0	0	0
K32	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1					
K33	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
K34	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1				0	0
K35	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1
K36	1	1	1	0	0			1	0		1	0		0	0
K37	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0		1
K38	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
K39	1	1	1	0	0	0		1	0	1	0	0	1		1
K40	0	1	1	0	1	0		0	0	1	1	0	0	1	1
K41	0	0	1	0	1		0	1	0			0	0	0	1
K42	1	1	1	0	1	0	0		0	1	1	1	0		1
K43					0			0							0
K44	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
K45	0	1	1	1	1			0	0	0		0			1

K46	0	0	0	0	1			1	0	1		0			
K47	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1
K48	1	1	1	0	1	0			0	0	1	0	0	0	1
K49	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
K50	1	1	1	0	1	0		1	0	1	0			0	1
K51	1	1	1	1	1	0	0		0		1	0			
K52	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
K53	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1		1
K54	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
K55	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1		1
K56	1	1	1	0	0	0		1	0	1		0	0	1	1
K57				0	0				0						
K58															
K59	1	1						0	0	0	0				1
K60	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0		0	0	1	1
K61	0			0		0							0		0
K62	1	1	1	1	1			0	0	1	0	1	0	1	1
K63	1	1	1	1	1		0	1	0	1	1	1	1	1	1
K64	0							0	0						
K65						0									0
K66	0	0	0	0	0	0		1		0					
K67	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0			0
K68				0											
K69	1	1	1	0	1			1	0			1			0
K70	0		0	0		0		0	0	0	0	0	0	0	
K71	0		0	0	0				0						

Ek-7
Katılımcıların Öz değerlendirme Testine Verdikleri Yanıtlar

Soru No Katılımcı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
K01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K02	1	1	1	1	1	3	3	1	1	3	3	3	2	1	1
K03	1	1	1	1	1	4	3	1	1	3	1	1	1	1	1
K04	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K05	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1					
K06	3	4	4	1	3	3	2	3	1	1	3	3	4	2	1
K07	1	1	1	1	1	4	4	1	1	3	4	4	4	1	1
K08	1	1	1	2	1	3	3	3	1		1	1		1	1
K09			1	1	1	2		1	1	1		1	4		1
K10	3		1	3	3	4	3		1	1		1	2		
K11	1	1	1	1	1	4	2	1	4	1	1	1	1	1	1
K12	1	1	1	1	1	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1
K13	1	2	4	1	1	2		2	1	1	1	1		2	4
K14	1	1	1	1	1	1	4	1							
K15	3	3	3	1	3	3	3	3		3	3	3	3	3	2
K16	1	3	4	1	3	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2
K17	4	1	1	1	1	1	4	1	1	4	2				
K18	3	3	3	1	3	3	3		3	3	1	3	3	3	1
K19	1	1	1	1	1	3	3	1	1	3	1	1	3	3	3
K20	1	1	1	1	1	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1
K21	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4
K22	3	3	1	1	1	1	3	1	1	3	2	3	3	4	1
K23	3	3	1	1	1	3	4	1	1	3	1	3	2	1	1
K24	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	3	2	1
K25	4	1	3	1	3		1	1	1	3	3	3	3	3	3
K26	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1			1	1
K27	1	2	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
K28	1	1	1		1	3	3	1	1	1	1	3			
K29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K30	4	1	1	1	1	4	2	1	1	1	3	3	3	1	1
K31	3	3	2	1	1	1	2	2	1	2	4	3	1	3	1
K32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
K33	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
K34	4	1	4	2	1	3	2	1	1	4	2	2	2	3	2
K35	1	1	1	1	3	4	2	3	4	3	1	1	2	2	1
K36	3	4	1	1	1	3		1	1	2	3	2	2	3	1
K37	1	1	1	1	1	4	4	1	1	4	1	1	1	2	1
K38	1	1	1		1	4	3	1	1		1	2	2	1	1
K39	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	4	3	1
K40	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1	1	1	1
K41	1	1	1	1	1	2	3	1	4		3	2	2	1	1
K42	1	1	1	1	1	3	4	3	1	1	1	1	4	3	
K43	2	3	2	3	3	2	2	3			3	2		2	2
K44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K45	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	3		3	3	1

K46	2	1	1	1	1	2	2	1	1	3	2	2	2	2	2
K47	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1		1
K48	1	1	1		1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1
K49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K50	1	3	1	1	1	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3
K51	1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1	3	2	3
K52	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1		1	1
K53	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	1
K54	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K55	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	3	1
K56	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	3	1	3	1	1
K57	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2		2	2	2	2
K58	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
K59	1	1				3		1	1						1
K60	1	1	1	1	1	1	3	1	1		3	1	1	1	1
K61	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
K62	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1		1	1	1	1
K63	1	1		2	1	2	3			1	1	3		3	1
K64	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
K65	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
K66	4	3	3	1	2	4	2	4	2	3	3	2	2	2	2
K67	3	4	3	3	1	4	3	1	4	3	4	3	3	2	4
K68	3														
K69	1	1	1	1	1	3	3	1	1	3	3	1	3	3	1
K70			4	1	1	1		4	1	4	1	1	1	2	
K71	2	2	2	1	1	2	2	2	1						

Kodlamalar:

- 1: Problemi doğru olarak çözdüğümü düşünüyorum.
- 2: Problemi doğru olarak çözemedim çünkü problemde geçen bazı kimyasal kavramları bilmiyorum.
- 3: Problemi doğru olarak çözemedim çünkü tüm kimyasal kavramları biliyorum fakat problemin çözüm yolunu bulamadım.
- 4: Problemi doğru olarak çözemedim çünkü problemin çözüm yolunu biliyorum/buldum ancak verilen sayılarla işlemleri yapmakta zorlandım.

Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konusu ile İlgili Problemler Testinin Çözüm Basamakları (S: Soru no, B: Basamak no)

S	B	Kavram No	Kavram Adı	Çözüm
1	1	8	Tepkime Denklemi Denkleştirme	$C_3H_4 + 4O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 2H_2O$
1	2	2	Mol Kütlesi	C_3H_4 için $M_A = (3 \times 12) + (4 \times 1) = 40$ g/mol
1	3	1	Mol Sayısı (kütlesele)	C_3H_4 için $n = 8/40 = 0,2$ mol
1	4	7	Mol Yöntemi	$C_3H_4 \rightarrow 0,2$ mol ise; $CO_2 \rightarrow 0,6$ mol
2	1	4	NŞA'da 1 Mol Gazın Hacmi	NŞA'da 1 mol gazın hacmi 22,4 litredir.
2	2	3	Avogadro Hipotezi	Mol ve Hacim ters orantılıdır. $n = 6,72/22,4 = 0,3$ mol
2	3	7	Mol Yöntemi	$H_2 \rightarrow 0,3$ mol ise; $N_2 \rightarrow 0,6$ moldür.
3	1	8	Tepkime Denklemi Denkleştirme	$Ca(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$
3	2	7	Mol Yöntemi	$Ca(OH)_2 \rightarrow 0,2$ mol ise; $H_2O \rightarrow 0,4$ moldür.
3	3	1	Mol Sayısı (kütlesele)	$0,4 \times 18 = 3,6$ gram H_2O bulunur.
4	1	12	Bileşik/Molekül Formülü	1 mol $CaSO_3$ bileşiğinde 3 mol O atomu bulunur.
4	2	12	Bileşik/ Molekül Formülü	2 mol $CaSO_3$ bileşiğinde 6 mol O atomu bulunur.
4	3	6	Avogadro Sayısı	1 mol O atomu $6,02 \times 10^{23}$ adet
4	4	5	Mol Sayısı (tanecik)	6 mol O atomu $6 \times 6,02 \times 10^{23} = 36,12 \times 10^{23}$ adet
5	1	8	Tepkime Denklemi Denkleştirme	$Ca + S \rightarrow CaS$
5	2	2	Mol Kütlesi	CaS için $M_a: 40 + 32 = 72$ g/mol

5	3	1	Mol Sayısı (kütlesele)	CaS için $n = 14,4/72 = 0,2$ mol
5	4	7	Mol Yöntemi	CaS $\rightarrow$ 0,2 mol ise; Ca $\rightarrow$ 0,2 moldür. S $\rightarrow$ 0,2 moldür.
5	5	1	Mol Sayısı (kütlesele)	Ca = $0,2 \times 40 = 8$ gram.
5	6	1	Mol Sayısı (kütlesele)	S = $0,2 \times 32 = 6,4$ gram.
5	7	9	Sınırlayıcı Reaktif	Ca
5	8	10	Tam Verim	Tam Verimle Gerçekleşir.
6	1	2	Mol Kütlesi	N ₂ için M _A : 28 g/mol
6	2	2	Mol Kütlesi	H ₂ için M _A : 2 g/mol
6	3	2	Mol Kütlesi	NH ₃ için M _A : 17 g/mol
6	4	1	Mol Sayısı (kütlesele)	N ₂ için $n = 140 \text{ kg} / 28 = 5$ bin mol
6	5	1	Mol Sayısı (kütlesele)	H ₂ için $n = 24 \text{ kg} / 2 = 12$ bin mol
6	6	9	Sınırlayıcı Reaktif	H ₂
6	7	7	Mol Yöntemi	H ₂ $\rightarrow$ 12 bin mol ise; NH ₃ $\rightarrow$ 8 bin mol
6	8	1	Mol Sayısı (kütlesele)	NH ₃ = $8000 \times 17 = 176$ kg
6	9	13	Tepkime Verimi	Verim = $(102/136) \times 100 = \%75$
7	1	3	Avogadro Hipotezi	O ₂ için $n = (3 \times 20) / 100 = 0,6$ mol
7	2	4	NŞA'da 1 Mol Gazın Hacmi	NŞA'da 1 mol gazın hacmi 22,4 litredir.

7	3	3	Avogadro Hipotezi	CO_2 için $n = 8,96 / 22,4 = 0,4$
7	4	2	Mol Kütlesi	H_2O için $M_A = (2 \times 1) + 16 = 18 \text{ g/mol}$
7	5	1	Mol Sayısı (kütlesele)	H_2O için $n = 10,8 / 18 = 0,6 \text{ mol}$
7	6	7	Mol Yöntemi	$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ $x=2 \quad y=6 \quad z=1$
7	7	12	Bileşik/ Molekül Formülü	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
8	1	8	Tepkime Denklemleri Denkleştirme	$\text{X} = \text{AlO}_3\text{H}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$
8	2	2	Mol Kütlesi	$\text{Al}(\text{OH})_3$ için $M_A = 27 + (3 \times 16) + (3 \times 1) = 78 \text{ g/mol}$
8	3	1	Mol Sayısı (kütlesele)	$m = 78 \times 2 = 156 \text{ g}$
9	1	6	Avogadro Sayısı	1 mol O atomu $6,02 \times 10^{23}$ adet
9	2	5	Mol Sayısı (tanecik)	H için $n = 1,204 \times 10^{24} / 6,02 \times 10^{23} = 2 \text{ mol H atomu}$
9	3	12	Bileşik/ Molekül Formülü	1 mol H_2 molekülü, 2 mol H atomu içerir.
9	4	4	NŞA'da 1 Mol Gazın Hacmi	NŞA'da 1 mol gazın hacmi 22,4 litredir.
10	1	7	Mol Yöntemi	$\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$ 1 mol N_2 ile 2 mol NH_3 oluşur.
10	2	3	Avogadro Hipotezi	25 L N_2 gazı ile 50 L NH_3 oluşur.
11	1	10	Tam Verim	Tam Verimli Tepkimedir.
11	2	9	Sınırlayıcı Reaktif	HCl
11	3	7	Mol Yöntemi	$\text{HCl} \rightarrow 2 \text{ mol ise}$ $\text{MnCl}_2 \rightarrow 0,5 \text{ moldür.}$

12	1	4	NŞA'da 1 Mol Gazın Hacmi	NŞA'da 1 mol gazın hacmi 22,4 litredir
12	2	3	Avogadro Hipotezi	H ₂ gazı için n= 6,72/22,4= 0,3 moldür.
12	3	7	Mol Yöntemi	H ₂ → 0,3 mol ise; Al → 0,2 moldür.
12	4	1	Mol Sayısı (kütlesele)	Al için m= 0,2 × 27= 5,2 g
12	5	11	Saflık Derecesi	5,2 g Al için → 10,4 g Al kullanılmalıdır.
13	1	11	Saflık Derecesi	KClO ₃ için m= 96 ×0,5 = 48 g
13	2	1	Mol Sayısı (kütlesele)	KClO ₃ için n= 48/120=0,4 mol
13	3	7	Mol Yöntemi	KClO ₃ → 0,4 mol ise; O ₂ → 0,6 moldür.
13	4	1	Mol Sayısı (kütlesele)	O ₂ için m= 32×0,6= 19,2 gram.
14	1	5	Mol Sayısı (tanecik)	CH ₄ ve C ₃ H ₈ mol sayıları eşittir.
14	2	8	Tepkime Denklemi Denkleştirme	CH ₄ → 2 H ₂ O
14	3	8	Tepkime Denklemi Denkleştirme	C ₃ H ₈ → 4 H ₂ O
14	4	7	Mol Yöntemi	H ₂ O için n _{Toplam} = 2n (CH ₄) + 4n (C ₃ H ₈)
14	5	7	Mol Yöntemi	2,4= 2n+4n n=0,4= n _{CH4} = n _(C3H8) Karışım = 0,4+0,4=0,8 mol
15	1	8	Tepkime Denklemi Denkleştirme	H ₂ + ½ O ₂ → H ₂ O
15	2	7	Mol Yöntemi	4 mol H ₂ için 2 mol O ₂ kullanılır.
15	3	9	Sınırlayıcı Reaktif	H ₂



Kimyasal Hesaplamalar Konusu ile İlgili Problemler Testide Bulunan Basamaklara Ait Katılımcıların Aldıkları Kodlar (S: Soru No, B: Basamak No)

S	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7		
B	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3
K01	1	G1	G1	1	G1	G1	1	0	1	1	G1	1	1	1	1	1	G1	1			0	G1	G0	G0	G0	G0	G0		1		G0	G1	G0	G0
K02	1	G0	G0	1	1	1	1	1	1	1	G1	G1	G0	G0	1	G1	1	1					G1		G1	0					G0			G1
K03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		0	1	G1	1	1	0	1										G0		1	1	
K04	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	G1	1	G1					G1	G1	G1	1	1			0	1	G1	1	
K05	0	G1	1	1				1	1	1	1	1			1	G1	1	G1		G1												1	1	
K06	0	G1	1	1	1	H	1	0	1	1	1				1	1	H						G1	G1	G1	0	0							
K07	0	G1	G1	1	G0	G0	1	0	1	1	1	1	G0		1	G1	G1	1	1				G1	G1	G1	0	0		0	0				
K08	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G0		1	G1	1	1		1			G1			1								
K09	0							0	1	1	1	1	G0		1	1	G1			G1			1	1		0	0							
K10	0	0			1			0	G0	0	1					G1	1		G1															
K11	1	1	G1	1	G1	G1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1		1		G1	G0	G0	G0	0	0		0		0			
K12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	1	1	1	1	1		1			1	1	1	1	1				1	1		
K13	1	1	1	1	1	0		0	1	1	1	1	G0		1	1	1	1	1	1														
K14	1	1	G1	1	G1	G1	1	1	G1	1	G1	G1	G1	1	1	G1	1	1		1	1	G1				G0	G0		1		0	G1	G0	G0
K15											0	0	G0																					
K16	0	1	0	1				0	1		G1	G1	G1	1																				
K17	0	G1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	1	1	1	1	1		1									1		G0			
K18													1	0	1																			
K19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G0		1	1	1	1	1	1		1	G1											
K20	0		G0	1	1	1	1	1	0	1	G1	G1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			0	0		0			1	1	
K21	0		0		1	1					G1	G1	G0																		1			
K22	0	1						0		1	G1	G1	G0		1	G1																		
K23	1	1	1		G1	1		0	0	0	G1	G1	G0		1	1	1		1													G1	G1	
K24		1	G1	G1	G1	G1	G1	0	1	1	G1	G1	G1	1																	1	G1	1	
K25	0		G0		1	0		0			G1	G1	G0		1																	1	0	
K26	1	G1	1	1	G1	1	G1	1	1	1	G1	G1	G1	1	1	G1	G1	1	1	1	1					1	1	1	0	0	0		G1	G1
K27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	G1	G1	1	1	G1	1	1	1	1		G1									1	G1	G1	
K28	0	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	G1	G0		1	G1	1	1		1	0	G0									G1	G1	1	
K29	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	1	1	1	1	1		1						0	0		0		0	1	G1	G1
K30	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	G1	G1	1	1	1	1		1	1	1	1				0								
K31	0	1	1	0	1	G1	1	0			G1	G1	G1	1	1	1	G1													0				
K32	1	1	1	1	G1	1	1	1	1	1	G1	1	G1	1	1	1	1	G1		1	G1	G1								0	1	G1	1	
K33	1	1	1	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	G0		1	G1	1	1	1	1	1	G	G1							G0	1	G1	1	
K34	0			0	1	1	1	1	1	1	G0	G0	1	0	1	G1	1	1		1			1	0	0							1	1	
K35	1	G1	G1	1	1	1	1	1	1	1	G1	1	G1	1	1	G1	1	1		1	1	1	G0	G1		0	1	1	1		0	1	1	
K36	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G0		1	G1	1	0																
K37	1	G1	1	1	G1	G1	G1	1	1	1	G1	1	G1	1	1	G1	G1	1		G1				G1	G1	0	0	0				1	1	
K38	1	1	H	1	G1	G1	G1	1	1	1	G1	G0	G1	G1	1	G1	H	G0					G1	G1			1				G1	G1		
K39	1	G1	1	1	1	1	G1	1	1	1	1		G0		1	G1	H		1				G0	G0	G1	G0	G0	G0			0			
K40	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	G0		1	G1	1	1		1	0	0	G1	G1	G1	1	1			0				
K41	1	1	H	1	1	H		1	1	1	1	G0			1	1	1	1		1											1	1		
K42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G0		1	G1	1	1		1	1		G1			1					1	1		
K43	0				1	0										G1									1	G0	G0		0		G0			
K44	1	1	1	1	1	1		1	1	1	G1	G1	G1	1	1	1	1	1	1	1	G1	1									G1	G1	G1	
K45	1	1	0	1	G1	G1	1	1	1	G1	G1	G1	G1	1	1	G1	1	1		G1														
K46	0				1	0	1	0	G0	0	1	1			1	G1	G1	G		1														
K47	1	G1	1	1	G1	1	1	1	1	0	G1	G1	G1	1	1	G1	1	1		1					1						1	G1	1	
K48	0	G1	G1	1	1	1	1	1	1	1						G1	1			1										G0		G1	G1	
K49	1	1	1	1	G1	G1	1	1	1	1	G1	G1	G1	1	1	1	1	1		1			G1	G1	G1	1	1	1	1	G1		1	1	
K50	1	G1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	G0		1	G1	1	1		1			G1	G0		0	0							
K51	0	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1			G1	G1	G1	G1	G1	1	0		0		G1	1
K52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	1	G1	1	1		0		0	0	G1	0								1	1	1	
K53	1	1	1	1	G1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	G1	1	1		1			0			0	0		0	0		1</		

K61			1									1	1	G0				1										1	1	1	0	0	0			0				
K62	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	G1	G1	1	1	G1	1	1		1																		G1	G1	
K63	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	1	G1	1	1	G1	1	1		1																	1	1		
K64										0						0																								
K65						G1	G1																																	
K66	0	0							0		0			G0		1		0											1	G0										
K67	0	1				1	1		0					G0		1	1	0		0	0															1	0			
K68						1								G0																						G0				
K69	1	G1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G0	1	1	G1	1	1		1																			
K70		1	G1									1	1	G0															1	G0	G0						0			
K71	0	1	1						0	1	0	G1	G1	G0		1	G1																							
S	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15			
B	4	5	6	7	1	2	3	1	2	3	4	1	2	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4						
K01	G1	1	G0	0	1	1	1	G1	G1	1	1	1	1			1	G1	1	1	G1	1	G1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
K02		G0			1	1	1	G1	G1	G0	1	G1	G1				G1	G1	1	1		G1				0	1	1	1		1	0	1	0						
K03	G1	1	0		0	H	1	0	G1	G0	1				G0	1	1	1	H	0	1	1	1		1	G1	1	1		0	0	0	0							
K04	G1	1	1	1	1	1	1	G1	G1	G0	1	G1	1	1			G1	G1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	0		0	0						
K05	G1	1			1	G0		1			1	G1	G1	0		1																								
K06					0	G0	H	1	1	G0	1	1	1																							G1				
K07					1	1	1	G1	G1	G0	1				0	0	0	G1	G1	1			0	G0			1	1	1	1	1	1	1		1	G1				
K08	G1	1		0				1	1	G0	1	1	G1	1	1	1	1	1	1	0		G1				1	1	1	1	1	1	1	G1	1	G1					
K09					0	1		1	G1	G0	1	G1	G1																						0					
K10								G1	H	G0		G1	G1										1	1																
K11					1	1	1	G1	H	G0	1	1	1	1	1	1	G1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
K12								G1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
K13								1	1	G0	1	1	1			G1	G1	G1	0															1						
K14		G1		0	0	H																																		
K15																																								
K16					1	1	1																																	
K17					1	1	1	1	1	G0	1	0	0	1	1	1	1	1	1																					
K18								1							0																					0				
K19					1	1	1	G1	1	1	1	G0		1	1	1	G1	1	1	G1	H					1	1						1							
K20	G1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	0						
K21							G0																																	
K22					0			1																												0				
K23					0						1						G1	1									0	0	0	0	0				G1					
K24	G1	1	0	0	1			G0	1	1		G1	1			0	G1	1	1	1	1	1															0			
K25			0		1	1	1	1	0	G0	1						G1	G1	1	G1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	G1	G1				
K26	G1	1			1	1	1	1	G0	G0	0	G0	G0			G1	G1	1	G1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	G1	G1				
K27	G1	G1	G0	0	1	1	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1			
K28	G1	1			1	1	1		G0	G0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1														1		G1	G1			
K29	G1	G1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
K30	1				1	1	1	G1	G1	G0	1	1	1				G1	1			0					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1			
K31								1	1	G0	1			G1	G0		1	1		1				1	0	1		0	0				0		G0					
K32	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1																											
K33	G1	1		0	1	1	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
K34	1	1			0	1	1	1	0	G0	1	1	1														1	1	1				1	0	1	G1				
K35	1	1	1	0	1			G1	1	G1	G1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1			
K36					1	1	1	1	H	G0	1			G1	G1	1	1	1	1							1							0	0	1	G1				
K37					1	1		1	G1	G1	G1	0	0	G1	G1	1	G1	G1	1	1	G1												1		G1	G1				
K38	1	H			1	1	1	1	0	G0	1	G1	G1	1	1	G1	1	1	1	G0		1	1	1	1	G1	G1	G1	1	0	1	1	1	1						
K39					1	1	1	1	1	G0	1	1	1			G0	1	1	1	1	0	1	1	1	1								1	0	G1					
K40					0	1	1	1	1	G0	1	G1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1		0	1	1	1	G1	G1	G1	1	0	0	1	G1						
K41	1	1			1	1	1	1	H	G0						0	1	1	1			1					0	0	0				0	1	1	G1				
K42	1	1						1	1	G0	1	G1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1		0	1	0								1	1	1	G1				
K43								G0	1	G1	G0	G1																												
K44	G1	G1	G1	1	0	1	1	G1	G1	1	G1	G1	G1	1	1	1	G1	G1	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1				
K45					1	1		G1	1	G0	G1	G0	G0				G1	G1	1			1																		
K46					1	1	1	1	1	G0		G1	1				1	1																						
K47	G1	1	1	1	1	1	1	G1	G1	G0		G1	G1	1	1	0	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		0			1	1	1	G1					
K48	G1	G1						1	1	G0	1	G0	G0	G1	1	1	1	1	1	1	0		G0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	G1				
K49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1				
K50					1	1	1	1	1	G0	1	G1				0																								

K55	G1	1				1	1	1	1	1	G0	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	
K56						0	1	1	1	1	G0	1	G1	G1				G1	1	1	1	0	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	
K57									1	1								1	0																		
K58																																					
K59						1	0	1	1	1	G0	1	0	1		0		G1	G1															0		G0	
K60						0	1	1	1	1	G0	1	0	0				G1	1	1	1	0		0	1		1	1	1	1	1	1	1	G1	1	G1	
K61	1																						1										0		0		
K62	G1	G1				0	1	1	G1	1	G0	1	G1	G1	G0	G0	0	1	1	1	1	1	1			1					1	1	0		1	G1	
K63	1	1				1	1	1	1	1	G0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	G1	
K64						0																															
K65						0																	1												G0		
K66						1	1	1						0																					0		
K67						0	1	1	1	1	G0	1					0	1	0																	G0	
K68																																					
K69						1	1	1	1	1	G0	1						1	1	1	1	1											0		0	G0	
K70						0	0			G1	1	G0	1	0	0				G0	G0	0																
K71									G1	1	G0																										



İkinci Kodlayıcı İçin Hazırlanan Rubrik

Uygulanan testte her basamak için kullanılan kodlar;
1: Kağıt üzerinde açıkça belirtilmiş doğru cevaplar için kullanılır.

Problem 1:
Karbon ve hidrojenen oluşan bileşiklerin; oksijen gazı [O₂(g)] ile tepkimelerinden CO₂ ve H₂O açığa çıkar.
8 gram C₃H₄ gazı yeterince oksijenle yakıldığında oluşacak CO₂ gazı kaç mol olur? (Atom kütleleri (g/mol):
H:1 C:12 O:16)
ÇÖZÜM:
$$C_3H_4 + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 2H_2O$$

Denklem doğru denkleştirilmiştir. Bu basamak 1 ile kodlanır.

G1: Kağıt üzerinde açıkça belirtilmemiş ancak zihinden işlemlerle doğru sonuca ulaşılmış basamaklarda kullanılır.
*Örneğin molekül kütlesi işlemleri açıkça belirtilmemiş, ancak zihinden bulunup farklı bir basamakta kullanılmış olabilir.

Problem 1:
Karbon ve hidrojenen oluşan bileşiklerin; oksijen gazı [O₂(g)] ile tepkimelerinden CO₂ ve H₂O açığa çıkar.
8 gram C₃H₄ gazı yeterince oksijenle yakıldığında oluşacak CO₂ gazı kaç mol olur? (Atom kütleleri (g/mol):
H:1 C:12 O:16)
ÇÖZÜM:
$$C_3H_4 + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 2H_2O$$

$$\downarrow \quad \quad \quad \downarrow$$

$$0,2\text{ mol} \quad \quad \quad 0,6\text{ mol}$$

MA ve mol sayısı hesaplamaları belirtilmemiş ancak mol doğru bir şekilde yazılmış.

0: Kağıt üzerinde açıkça belirtilmiş yanlış cevaplar için kullanılır.
*Kavram yanlış kullanılmış olabilir.
*Çözüm yolu yanlış olabilir.

Problem 1:
Karbon ve hidrojenen oluşan bileşiklerin; oksijen gazı [O₂(g)] ile tepkimelerinden CO₂ ve H₂O açığa çıkar.
8 gram C₃H₄ gazı yeterince oksijenle yakıldığında oluşacak CO₂ gazı kaç mol olur? (Atom kütleleri (g/mol):
H:1 C:12 O:16)
ÇÖZÜM:
$$C_3H_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

$$0,2 \quad \quad \quad 0,2$$

Denklem denkleştirme basamağı yanlış yapılmış.

*NOT: Örneğin bir katılımcı molekül kütlesini yanlış hesaplamış ve o basamaktan sıfır (veya H) kodunu almıştır. Bir sonraki basamakta $n=m/MA$ formülünde doğru yerleştirmiş ancak bir önceki basamakta bulunduğu yanlış sayıyı bu basamakta kullanmıştır. Katılımcı ilk basamakta sıfır, ancak ikinci basamaktan 1 kodunu alır.

G0: Kağıt üzerinde açıkça belirtilmemiş ancak zihinden işlemlerle yanlış sonuca ulaşılmış basamaklarda kullanılır. G0 basamağında hata yapıldığı düşünülen basamakta, kavram, çözüm yolu veya işlem yanlış tahmin edilmiş olabilir.

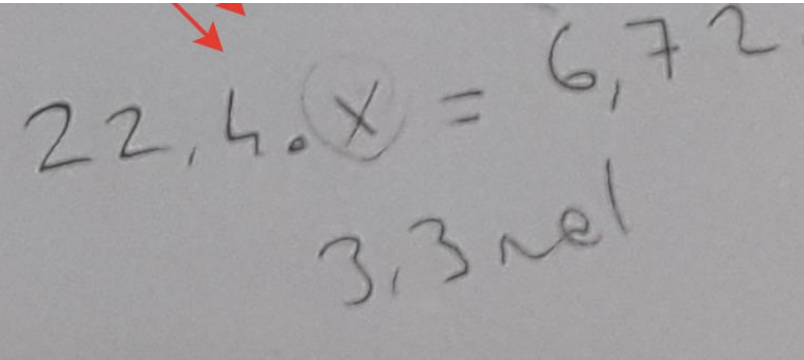
Problem 7:
Karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan bir organik bileşiğin 0,2 molü 3 mol hava ile tamamen yakıldığında; normal koşullarda 8,96 litre CO₂ gazı ve 10,8 gram H₂O oluşmaktadır. Buna göre bileşiğin molekül formülü nedir? (Atom kütleleri (g/mol): C:12 H:1 O:16; havanın hacimce %20'si oksijendir)
ÇÖZÜM:
$$1CH_2 + 6O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

$$0,2 \quad \quad \quad \downarrow \quad \quad \quad \downarrow$$

$$0,2 \quad \quad \quad 0,25 \quad \quad \quad 0,36$$

CO₂ mol sayısını nasıl hesapladığını kağıt üzerinde göstermemiş ancak zihninden yanlış hesaplamıştır. Burada tam olarak hatanın nerede yapıldığı tespit edilemeyeceği için (molekül kütlesi veya $n=m/MA$ formülü yanlış hesaplanmış olabilir) G0 kullanılır.

H: Kağıt üzerinde açıkça yapılmış bir işlem hatası için kullanılır.



Boş hücre: Boş bırakılmış basamaklar veya bir sonraki basamakta kullanılmak üzere herhangi bir zihinden işlem yapılmadığı düşünülen basamaklar ise **boş** bırakılır.

Problem 14:
Karbon ve hidrojenlerden oluşan bileşiklerin oksijen gazı ile tepkimelerinden CO₂ ve H₂O açığa çıkar. Eşit moleköl sayılı CH₄ ve C₃H₈ gaz karışımının yanması sonucu 2,4 mol H₂O oluşuyor. Buna göre başlangıçtaki gaz karışımı toplam kaç moldür?
ÇÖZÜM:

Sorunun basamaklarından bir veya birkaçı ile ilgili bilgi verilmediyse o basamaklar boş bırakılır.

*Her soruda birden fazla basamak bulunur, her basamak ayrı ayrı değerlendirilir ve kodlanır.

Sayı : 91610558-302.08.01-
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 27.10.2020 tarihli ve E.115901 sayılı yazı.

İlgi yazınız ile göndermiş olduğunuz, Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Kimya Eğitimi Bilim Dalı **Yüksek Lisans Öğrencisi Esra KAYA'nın Doç.Dr.Hakkı KADAYIFÇI'nın** danışmanlığında yürüttüğü *"Farklı Kademelerdeki Lise Öğrencilerinin Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konuları İle İlgili Problem Çözme Güçlüklerinin Zihinsel İşlemler Yönünden İncelenmesi"* adlı tez çalışması ile ilgili konu Kurulumuzun **10.11.2020** tarih ve **11** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır

Kurul Başkanı

Araştırma Kod No: 2020-675

Ek: 1 Liste

Evrak Tarih ve Sayısı: 09.02.2021-E.24904



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-14588481-605.99-19940225
Konu : Araştırma izni

01.02.2021

GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

İlgi: a) 25.01.2021 tarihli ve 14903 sayılı yazınız.

b) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/2 nolu Genelgesi.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Esra KAYA'nın "**Farklı Kademelerdeki Lise Öğrencilerinin Mol ve Kimyasal Hesaplamalar Konuları ile İlgili Problem Çözme Güçlüklerinin Zihinsel İşlemler Yönünden İncelenmesi**" konulu tezi kapsamında merkez ilçelere bağlı liselerde uygulanacak olan veri toplama araçları ilgi (b) Genelge çerçevesinde incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda, söz konusu araştırmanın Müdürlüğümüzde muhafaza edilen ölçme araçlarının; Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Millî Eğitim Temel Kanunu ile Türk Milli Eğitiminin genel amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde okul ve kurum yöneticilerinin sorumluluğunda gönüllülük esasına göre uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Milli Eğitim Müdürü

Ek:
Uygulama Araçları (16 sayfa)
Dağıtım:
Gereği:
Gazi Üniversitesi
Bilgi:
9 Merkez İlçe MEM

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...