



**KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ TEPKİME
TÜRLERİ VE MEKANİZMALARINI NASIL
ORGANİZE ETTİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI:
ELİMİNASYON VE NÜKLEOFİLİK
SÜBSTİTÜSYON TEPKİMELERİ**

Atika Banu GÜÇLÜ

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

2022

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI

**KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ TEPKİME TÜRLERİ VE
MEKANİZMALARINI NASIL ORGANİZE ETTİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI:
ELİMİNASYON VE NÜKLEOFİLİK SÜBSTİTÜSYON TEPKİMELERİ**

(A study on How Pre-service Chemistry Teachers Organize the Reaction Types and
Mechanisms: Elimination and Nucleophilic Substitution Reactions)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Atika Banu GÜÇLÜ

Danışman: Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR
İkinci Danışman: Doç. Dr. Gülten ŞENDUR

Erzurum
Ocak, 2022

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Atika Banu Güçlü tarafından hazırlanan “Kimya Öğretmen Adaylarının Tepkime Türleri Ve Mekanizmalarını Nasıl Organize Ettiklerinin Araştırılması: Eliminasyon ve Nükleofilik Sübstitüsyon Tepkimeleri” başlıklı çalışması 27/01/2022 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Kimya Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Yavuz TAŞKESENLİGİL

Atatürk Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Danışman: Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR

Atatürk Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Aybuke PABUÇCU AKIŞ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

İkinci Tez
Danışmanı

Doç. Dr. Gülten ŞENDUR

Dokuz Eylül Üniversitesi

Enstitü Yönetim Kurulunun
12/09/2019 tarih ve 1900259518
sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

.... / / 2022

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Kimya Öğretmen Adaylarının Tepkime Türleri Ve Mekanizmalarını Nasıl Organize Ettiklerinin Araştırılması: Eliminasyon ve Nükleofilik Sübstitüsyon Tepkimeleri**” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

27 / 01 / 2022

Aslı ıslak imzalıdır

Atika Banu GÜÇLÜ

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun / ... / tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun / ... / tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması ve yürütülmesi aşamalarında yardım ve desteğini esirgemeyen, bana her konuda destek olan ve güvenen danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR’e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmam boyunca değerli görüşleri ile çalışmaya büyük katkıları olan ve her ihtiyaç duyduğumda paylaşımcı yaklaşımıyla desteğini esirgemeyen ikinci danışmanım Sayın Doç. Dr. Gülten ŞENDUR’a çok teşekkür ederim.

Araştırma sürecinde veri toplama aşamasında çalıştığım bütün araştırmacı ve öğrencilere çalışmama gönüllü katılım sağlayarak vermiş oldukları destek için minnettarım.

Yüksek lisans öğrenim sürecim boyunca manevi desteklerini esirgemeyen tüm bölüm hocalarıma ve Eğitim Bilimleri Enstitüsü idareci ve çalışanlarına teşekkürü borç bilirim.

Atika Banu GÜÇLÜ

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ TEPKİME TÜRLERİ VE MEKANİZMALARINI NASIL ORGANİZE ETTİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI: ELİMİNASYON VE NÜKLEOFİLİK SÜBSTİTÜSYON TEPKİMELERİ

Atika Banu GÜÇLÜ

Ocak 2022, 74 Sayfa

Amaç: Bu çalışmada kimya öğretmen adaylarının tepkime türü ve mekanizmalarını nasıl organize ettiklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmada aynı zamanda, öğretmen adaylarının verilen tepkimelerde ne tür öğrenme zorluklarının olduğunun belirlenmesi de hedeflenmiştir.

Yöntem: 2019-2020 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesi kimya öğretmenliği programında öğrenim gören 14 kimya öğretmen adayı ile bir durum çalışması yürütülmüştür. Araştırmada, çalışma yaprakları ve sesli düşünme protokolü doğrultusunda yürütülen bireysel görüşme olmak üzere iki veri toplama aracı kullanılmış ve tüm veriler çevrim içi olarak toplanmıştır. Bireysel görüşmeler sırasında, çalışma yapraklarında öğretmen adaylarından belirlemeleri istenilen tepkime türleri ve mekanizmalarının ayrıntılı bir şekilde anlatılması istenmiştir.

Bulgular: Araştırmada elde edilen bulgular doğrultusunda kimya öğretmen adayları tepkime mekanizmalarını yazmada, tepkime türlerini belirlemeye göre daha az başarılı olmuşlardır. Ayrıca adaylar, sübstitüsyon tepkimelerini belirlemede eliminasyon tepkimelerine göre daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Bununla beraber eğri okların kullanımı konusunda bazı yanlışlıklar ve eksikliklerde belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarında asitlik-bazlık, elektrofil-nükleofil, karbokasyon oluşumu, konfügurasyon değişimi, metil (CH₃) kayması, rasemik karışım gibi bazı temel kavramların anlaşılamadığı gözlemlenmiştir.

Sonuç: Öğretmen adaylarının tepkime türleri ve mekanizmaları hakkında fikir yürütemedikleri ve daha çok ezberleme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Belirlenen bazı stereokimyasal kavramların eksikliklerin ve yanlışlıkların engellenmesi ya da azaltılması amacıyla tepkimelerin altında yatan modellerin tanımlanması ve tepkime mekanizmaları ile ilgili bazı temel kavramların tepkime türleri ve mekanizmaları konusundan önce verilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eliminasyon tepkimeleri, nükleofilik sübstitüsyon tepkimeleri, öğrenme zorluğu

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

A STUDY ON HOW PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHERS ORGANIZE THE REACTION TYPES AND MECHANISMS: ELIMINATION AND NUCLEOPHILIC SUBSTITUTION REACTIONS

Atika Banu GÜÇLÜ

January 2022, 74 Pages

Purpose: This study aims to investigate how chemistry teacher candidates organize reaction types and mechanisms. The research also aimed to determine what kind of learning difficulties the teacher candidates have in the reactions given.

Method: A case study was conducted with 14 chemistry teacher candidates studying in the chemistry teaching program of a state university in the fall semester of the 2019-2020 academic year. In the research, two data collection tools, namely worksheets and individual interviews conducted in line with the think-aloud protocol, were used and all data were collected online. During the individual interviews, the pre-service teachers were asked to explain in detail the reaction types and mechanisms they were asked to identify in the worksheets.

Findings: In line with the findings obtained in the study, chemistry teacher candidates were less successful in writing the reaction mechanisms than in determining the reaction types. In addition, it was determined that the candidates were more successful in determining the substitution reactions than the elimination reactions. However, some inaccuracies and deficiencies in the use of curved arrows have been identified. In addition, it was observed that some basic concepts such as acidity-basis, electrophile-nucleophile, carbocation formation, configuration change, methyl (CH_3) shift, and the racemic mixture could not be understood by the pre-service teachers.

Result: It was determined that pre-service teachers could not think about reaction types and mechanisms and they tended to memorize more. It is thought that it would be useful to define the underlying models of the reactions and give some basic concepts about reaction mechanisms before the subject of reaction types and mechanisms to prevent or reduce the deficiencies and mistakes of some determined stereochemical concepts.

Keywords: Elimination reactions, nucleophilic substitution reactions, misunderstandings

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	iii
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı.....	2
Araştırma Problemi	2
Alt Problemler.....	2
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	3
Araştırmanın Sınırlılıkları	3
Terim ve Tanımlar	3
İKİNCİ BÖLÜM	5
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar.....	5
Öğrencilerin Tepkime Türlerini Belirlerken Ne Tür Stratejiler Kullandıklarını ve Sahip Oldukları Öğrenme Zorluklarını Belirlemeye Yönelik Araştırmalar.....	5
Öğrencilerin Tepkime Mekanizmalarını Belirlerken Ne Tür Stratejiler Kullandıklarını ve Sahip Oldukları Öğrenme Zorluklarını Belirlemeye Yönelik Araştırmalar.....	6
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	15
Yöntem	15
Araştırma Yöntemi.....	15
Evren ve Örneklem	15
Veri Toplama Araçları	15
Veri Toplama Süreci	16
Veri Analizi.....	17

Araştırmacı Rolü	18
Geçerlik ve Güvenirlik.....	18
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	20
Bulgular	20
BEŞİNCİ BÖLÜM	52
Tartışma ve Sonuç	52
Öneriler.....	54
KAYNAKÇA	56
EKLER	59
EK 1. Çalışma Yaprığı.....	59
ÖZ GEÇMİŞ.....	62



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Tepkime Türleri ve Özellikleri</i>	16
Tablo 2. <i>Çalışma Yaprakları Uyum Oranları</i>	17
Tablo 3. <i>Görüşme Uyum Yüzdesi</i>	18
Tablo 4. <i>Tepkime Türleri Analiz Sonuçları</i>	20
Tablo 5. <i>Tepkime Mekanizmaları Analiz Sonuçları</i>	27
Tablo 6. <i>Tepkime Türlerine Ait Öğrenme Zorlukları</i>	50



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. $\ddot{O}A_1$ 'in 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.	21
Şekil 2. $\ddot{O}A_3$ 'ün 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.	21
Şekil 3. $\ddot{O}A_5$ 'in 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.	21
Şekil 4. $\ddot{O}A_7$ 'nin 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.	22
Şekil 5. $\ddot{O}A_3$ 'ün 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.	22
Şekil 6. $\ddot{O}A_5$ 'in 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.	22
Şekil 7. $\ddot{O}A_7$ 'nin 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.	23
Şekil 8. $\ddot{O}A_3$ 'ün 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.	23
Şekil 9. $\ddot{O}A_{13}$ 'ün 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.	24
Şekil 10. $\ddot{O}A_3$ 'ün 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.	25
Şekil 11. $\ddot{O}A_4$ 'ün 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.	25
Şekil 12. $\ddot{O}A_6$ 'nın 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.	25
Şekil 13. $\ddot{O}A_8$ 'in 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.	26
Şekil 14. $\ddot{O}A_{11}$ 'in 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.	26
Şekil 15. $\ddot{O}A_6$ 'nın 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.	26
Şekil 16. $\ddot{O}A_5$ 'in 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.	27
Şekil 17. $\ddot{O}A_{11}$ 'in 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.	28
Şekil 18. $\ddot{O}A_8$ 'in 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.	29
Şekil 19. $\ddot{O}A_2$ 'nin 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.	30
Şekil 20. $\ddot{O}A_1$ 'in 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.	31
Şekil 21. $\ddot{O}A_9$ 'un 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.	32
Şekil 22. $\ddot{O}A_8$ 'in 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.	33
Şekil 23. $\ddot{O}A_{12}$ 'nin 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.	34
Şekil 24. $\ddot{O}A_8$ 'in 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.	35
Şekil 25. $\ddot{O}A_{11}$ 'in 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.	35
Şekil 26. $\ddot{O}A_3$ 'ün 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.	36
Şekil 27. $\ddot{O}A_9$ 'un 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.	37
Şekil 28. $\ddot{O}A_{13}$ 'ün 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.	39
Şekil 29. $\ddot{O}A_2$ 'nin 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.	40
Şekil 30. $\ddot{O}A_5$ 'in 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.	41
Şekil 31. $\ddot{O}A_8$ 'nın 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.	42

Şekil 32. $\ddot{O}A_{14}$ 'ün 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.....	43
Şekil 33. $\ddot{O}A_5$ 'ün 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.....	44
Şekil 34. $\ddot{O}A_7$ 'nin 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.....	45
Şekil 35. $\ddot{O}A_7$ 'nin 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.....	46
Şekil 36. $\ddot{O}A_2$ 'nin 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.....	47
Şekil 37. $\ddot{O}A_{11}$ 'in 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.....	47
Şekil 38. $\ddot{O}A_3$ 'ün 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.....	48



BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Organik kimya, sadece kimya ile ilgili alanlar için değil mühendislik, tıp ve eczacılık gibi diğer meslekler için de temel derslerden birisidir. Bu nedenle, bu alanlarda çalışacak bireylerin organik kimya alanında bilgilerini iyi yapılandırmış olması ve üst düzey bir anlama düzeyine sahip olmaları son derece önem taşımaktadır (Eticha & Ochonogor, 2015). Organik kimya ile ilgili yürütülen araştırmalarda, bu dersin farklı öğrenim seviyelerindeki pek çok öğrenci için zor bir ders olarak algılandığı ve öğrencilerin çoğunun organik kimya konularında kavramsal anlama zorluklarının olduğu belirlenmiştir (Cruz-Ramirez de Arellano & Towns, 2014; Flynn, 2015; Karşı & Yiğit, 2017; Şendur, 2012; Şendur & Toprak, 2013). Bu durumun başlıca nedenleri olarak, organik kimyada terim ve adlandırmaların diğer kimya konularından farklılık göstermesi, organik kimyanın kendi içerisinde aşamalı bir yapıya sahip olması, içeriğinde çok sayıda farklı yapısal özelliklerdeki moleküllerin olması, bu özelliklere bağlı olarak kimyasal etkinliklerinin değişmesi, moleküllerin üç boyutlu yapıları ile incelenmesi, sembolik gösterimlerin ağırlıkta olması ve bu gösterimlerin anlamlarının tam olarak anlaşılabilmesi şeklinde ifade edilmektedir (Cruz-Ramirez de Arellano & Towns, 2014; Duffy, 2006; Ferguson & Bodner, 2008; Grove vd., 2012).

Ulusal ve uluslararası pek çok araştırma, farklı seviyelerde öğrenciler için organik kimyanın zor bir ders olarak algılandığını göstermektedir (Cruz-Ramirez de Arellano & Towns, 2014; Duffy, 2006; Ferguson & Bodner, 2008; Grove vd., 2012;). Öğrenciler böyle bir durumda anlamlı öğrenme yerine, birbiri ile bağlantısız çok sayıda bilgi kümesi ile baş etmek zorunda kaldıkları ezber öğrenme yolunu tercih edebilmektedirler (Anderson & Bodner, 2008; Anzovino & Bretz, 2015; Caspari vd., 2018; Galloway vd., 2017).

Organik kimyada tepkime türleri ve mekanizmaları içerik olarak organik kimyanın en kapsamlı kısmını oluşturmaktadır. Tepkime sayısının fazlalığı ile kavramlar ve konular arasındaki hiyerarşik yapı nedeniyle organik tepkime mekanizmaları aracılığıyla akıl yürütmeyi öğrenmek öğrenciler için zordur. Bununla beraber tepkime sonuçlarını tahmin etmek ve açıklamak için tepkime mekanizmalarını anlamak da oldukça önemlidir. Ancak yapılan araştırmalar öğrencilerin organik kimyada tepkime ve tepkime mekanizmalarını anlama konusunda zorlandıklarını, çoğu durumda bunları ezberleme yoluna gittiklerini ortaya koymuştur. Nitekim, Grove ve Bretz (2010), öğrencilerin genellikle organik reaksiyonları öğrenmeyi, öğretim elemanının tahtaya yazdığı her reaksiyonu ezberlemek olarak gördüklerini

açıklamışlardır. Bu durumda öğrencilerin tepkimelerin benzerlikleri ve kalıplarını belirlemek yerine, bireysel bilgi yığınlarını oluşturmalarına neden olmaktadır (Galloway vd., 2019).

Bu açıdan öğrencilerin hem tepkime türleri hem de tepkime mekanizmalarını belirlerken ne tür stratejileri kullandıkları ve bu süreçte hangi öğrenme zorluklarına sahip olduklarının ortaya konması önem taşımaktadır. Bhattacharyya ve Bodner (2005) de öğrencilerin organik kimya reaksiyon mekanizmalarını başarılı bir şekilde yeniden üretebildiklerini, ancak mekanizmaların arkasındaki kimyasal kavramları anlamadıklarını ifade etmişlerdir. Bunun sebepleri ise, öğrencilerin eğri okların mekaniksel anlamlarını bilmemeleri, elektron akışının yönünü belirleyememeleri, molekülleri organize bir bütün halinde görememeleri, yanlış sembolik gösterimler ve bazı temel kavramlardaki bilgi eksiklikleridir. Örneğin, çoğunlukla eğri oklar içeren organik kimyaya öğrencilerin hakim olması, hem tepkimelerin doğasını anlamalarına, hem de tepkimeler arasında bağlantı kurup, derinlemesine bir şekilde analiz edebilmelerine fayda sağlayacaktır (Flynn & Featherstone, 2017; Galloway vd., 2017).

Alanyazındaki araştırmalar göstermektedir ki, Organik Kimya derslerinin temelini oluşturan tepkime ve mekanizmalar konusunda lisans düzeyinden lisansüstüne kadar farklı seviyelerde öğrenciler kavramsal olarak yapılandırmakta zorlanmakta, olayların altındaki temel kimyasal kavramları tam olarak anlamadan ezberleme yoluna gidebilmektedir. Bu açıdan öncelikle öğrencilerin tepkime ve mekanizmalar konularında hangi noktalarda zorlandıkları, nasıl ilişkilendirdiklerinin detaylı bir şekilde ortaya konulmasına yönelik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, kimya öğretmen adaylarının eliminasyon ve süstitüsyon tepkimelerini nasıl organize ettiklerini belirlemektir.

Araştırma Problemi

Yukarıdaki amaç çerçevesinde bu araştırma kapsamında “kimya öğretmen adayları eliminasyon ve süstitüsyon tepkimelerini nasıl organize etmektedir?” şeklindeki genel araştırma sorusu etrafında aşağıdaki özel araştırma sorularına cevap aranmıştır.

Alt Problemler

1. Kimya öğretmen adayları eliminasyon ve süstitüsyon tepkimelerini hangi özelliklerine göre sınıflandırmaktadırlar?
2. Kimya öğretmen adayları eliminasyon ve süstitüsyon tepkime mekanizmalarını nasıl organize etmektedirler?

3. Kimya öğretmen adayları eliminasyon ve süstitüsyon tepkime ve mekanizmaları konusunda ne tür öğrenme zorluklarına sahiptirler?

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Nükleofilik süstitüsyon ve eliminasyon tepkimeleri, organik kimyadaki en temel tepkime türlerindendir. Pek çok organik molekülün sentez ve tepkimesi bu iki tepkime türüne dayanmaktadır. Ayrıca bu iki tepkime türünün birbiri ile yarışan tepkime olması, bu tepkimelerin nasıl ilerlediğini hangi basamaktan sonra ayrıldığında ortaya konulmasını gerekli kılmaktadır. Bu sebeplerden ötürü nükleofilik süstitüsyon ve eliminasyon tepkimelerinin doğru bir şekilde sınıflandırılıp, mekanizması ile adım adım ilişkilendirilmesi önem taşımaktadır. Ancak alanyazındaki pek çok araştırmada öğrencilerin bu konularda yüzeysel anlamalara sahip olduğu ortaya konulmuştur (Bodé vd., 2019; Caspari vd., 2018; Popova & Bretz, 2018).

Bu açıdan, özellikle kimya öğretmen adaylarının nükleofilik süstitüsyon ve eliminasyon tepkimelerini nasıl organize ederek sınıflandırdıkları, bu sınıflandırmayı yaparken hangi özellikleri dikkate aldıkları ve aynı zamanda bu tepkimelerin mekanizmalarını nasıl oluşturduklarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Ayrıca çalışmadan elde edilen veriler, öğretmen adaylarının tepkime türleri ve mekanizmalar konusunda sahip oldukları öğrenme zorluklarını da ortaya koyabileceğinden, organik kimyada bu konular işlenirken nasıl bir öğrenim ortamı oluşturulması gerekeceği konusunda da yol göstermesi beklenmektedir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Öğretmen adayı sayısının az olmasından dolayı örneklemin küçük kalması bir sınırlılıktır.
2. Araştırmanın uygulama aşaması, 2020-2021 eğitim-öğretim yılında pandemi dolayısıyla çevrim içi ortamda gerçekleştirilmesi öğrenciler ile daha etkileşimli görüşmeler ve sınıf ortamında gözlem yapmaya elverişli olması yönleriyle veri toplama süreci sadece çevrim içi ortamlarla sınırlandırılmak zorunda kalmıştır.

Terim ve Tanımlar

Nükleofilik Süstitüsyon tepkimeleri: nükleofil tarafından başlatılan ve nükleofil substrat ile etkileştiğinde nükleofil ile ayrılan grubun yer değiştirdiği tepkimedir (Solomons & Fryhle, 2002).

Eliminasyon tepkimeleri: Bir molekülden iki atom ya da atom grubunun çıkarılmasına eliminasyon veya çıkarma tepkimesi denir (Balcı, 2012).

Tepkime mekanizması: Reaktantlar ürüne dönüşürken moleküler seviyede gelişen olayların basamak basamak ayrıntılarla gösterilmesidir (Solomons & Fryhle, 2002).

Öğrenme zorluğu: Çoğunlukla bazı öğretim müdahaleleri sonucunda bir öğrencinin elde etmesini istediğimiz bir kavram veya gösterimi anlayamadığı herhangi bir durumu ifade etmek için kullanılır (Baltacı, 2020).



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Organik kimyanın bir bilim dalı olarak gelişmeye başlaması 18. yy ortalarında, kimyanın, simyadan modern bir bilime geçiş sürecine girmesiyle başlamıştır. Bu dönemde organik ve inorganik bileşikler arasındaki farklılıkların görülmeye başlanması ile «organik bileşikler canlı organizmalardan elde edilen bileşikler» olarak tanımlanmış (McMurry, 1996). Organik moleküllerin sentezlerinin sadece canlı organizmalarda gerçekleşebileceğine inanılması, vitalizm (yaşam gücü) adı verilen bir inancın gelişmesini sağlamıştır. 19. yy ortalarına doğru, inorganik başlangıç maddelerinden organik maddelerin sentezlenmeye başlanması özellikle de Wöhler'in amonyum siyanatın sulu çözeltisinden üre eldesini gerçekleştirmesi ile vitalizm etkisini yavaş yavaş kaybetmiş ve organik kimyanın gelişimi hız kazanmıştır (McMurry, 1996).

Organik kimya, karbon bileşikleri kimyası olarak ayrı bir kimya alanı olarak ele alınmaktadır. Karbon bileşikleri canlıların ana maddeleri olan, proteinler, karbonhidratlar, nükleik asitler (DNA, RNA) gibi pek çok molekülün yapısını oluşturmaktadır. Bunun yanında plastiklerden, ilaçlara ve parfümlere kadar oldukça kapsamlı bir alanda hayatımızın bir parçası haline gelmiştir (Solomons & Craig, 2002). Bunun sonucunda organik kimyanın önemi artmıştır. Organik kimya, içeriği ile gerek kimyanın gerekse fen bilimlerinin diğer alanları için önemli bir yere sahiptir. Herkesin yaşamına dokunan bu bilim dalının etkileri muhakkak ki çok daha derinlemesine olmuş ve pek çok araştırma alanı için organik kimyanın temel kavram ve prensipleri birer yapı taşı haline gelmiştir. Bu sebeple organik kimyanın anlaşılmasında, molekül yapılarının, tepkime türlerinin ve mekanizmalarının doğru bir şekilde kavranması son derece önemlidir.

Öğrencilerin Tepkime Türlerini Belirlerken Ne Tür Stratejiler Kullandıklarını ve Sahip Oldukları Öğrenme Zorluklarını Belirlemeye Yönelik Araştırmalar

Galloway vd. (2019), öğrencilerin organik kimyadaki tepkimeler konusunda ezberlemelerinin önüne geçilmesi ya da azaltılması için, tepkimelerin altında yatan modellerin mekanizmaları ile birlikte öğrencilerce tanımlanması gerektiğini belirlemişlerdir. Bunun bir adımı olarak da araştırmacılar, öncelikle öğrencilerin organik kimya tepkimelerini nasıl organize ettiklerinin, bu organizasyonların anlamlı bir yapıda mı yoksa bireysel bilgi yığınları şeklinde mi olduklarının belirlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda araştırmacılar,

organik kimya lisans öğrencileri ile 25 tepkimenin yer aldığı tepkime kartlarını sınıflandırmalarını istedikleri bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada, öğrenciler ile yürütülen görüşmelerde tepkimeleri hangi kriterlere göre kategorize ettikleri ve neden o şekilde bir sıralama yaptıklarına açıklık getirmeleri istenmiştir. Araştırma bulguları öğrencilerin tepkimeleri “özdeş yapısal özellikler”, “yapıların özellikleri”, “tepkime türleri” ve “tepkime mekanizmaları” olmak üzere dört kategoriye göre sınıflandırdıklarını ortaya koymuştur. Bu kategorilerden özdeş yapısal özellikler kategorisinde yer alan öğrencilerin tepkimeleri yüzeysel olarak yorumladıkları, herhangi bir mekanistik açıklama getiremedikleri belirlenmiştir.

Galloway vd. (2018) tarafından yürütülen bir başka araştırmada ise farklı bilgi düzeyleri ve deneyimlere sahip olan organik kimya öğrencileri ve organik kimya profesörlerinin, organik kimya tepkimelerini nasıl yorumladıklarını ve birbirleri arasında nasıl farklılıkların bulunduğunu ortaya koymayı amaçlamışlardır. Araştırmacılar diğer araştırmaya benzer şekilde, kart sıralama tekniği ve görüşmeyi kullanarak organik kimya lisans, lisansüstü öğrencileri ile organik kimya profesörleri ile bu araştırmayı yürütmüşlerdir. Araştırma sonunda, lisans düzeyindeki öğrencilerin “özdeş yapısal özelliklerden” “tepkime mekanizmalarına” kadar çeşitli kategorilerde sınıflandırma yaparken, lisansüstü öğrencilerden özellikle doktora düzeyinde olanların ve profesörlerin “tepkime mekanizmalarına” dayalı kategoriler oluşturdukları belirlenmiştir.

Watts vd. (2020) tarafından yürütülen bir araştırmada da öğrencilerin zıt özellikteki iki benzer açıl transfer mekanizmasını neye göre ve nasıl yaptıkları üzerinde durulmak suretiyle akıl yürütme süreçleri incelenmiştir. Üç öğrenci üzerinde yürütülen araştırmada hem görüşme hem de sınıf içi aktivitelerle öğrencilerin bu problemleri çözerken hangi kaynaklara başvurdıkları ele alınmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin akıl yürütme süreçlerini desteklemek için sterik etki ve rezonans kavramlarını daha çok dikkate alırken reaktivite etkinliğini çok dikkate almadıkları ortaya çıkmıştır. Araştırmada aynı zamanda açıl transfer tepkimelerinde nükleofil farklılığının kıyaslamada öğrencilerin ağırlıklı olarak elektronegatiflik, bazlık, sterik etki ve reaktivite eğilimi gibi özellikleri dikkate aldıkları saptanmıştır.

Öğrencilerin Tepkime Mekanizmalarını Belirlerken Ne Tür Stratejiler Kullandıklarını ve Sahip Oldukları Öğrenme Zorluklarını Belirlemeye Yönelik Araştırmalar

Tepkime türleri için yapılan araştırmalarda ortaya çıkan benzer sonuçlara, tepkime mekanizmaları ile ilgili yürütülen araştırma sonuçlarında da rastlanılmıştır. Organik kimya reaksiyon mekanizmalarında, elektron hareketi, yüksek elektron yoğunluğunun olduğu bölgeden düşük elektron yoğunluğunun olduğu bölgeye doğru eğri oklar ile temsil edilmesi söz

konusudur (Bhattacharyya, 2013). Organik kimyacılar mekanizmaları tepkime ürünlerini tahmin etmek için araç olarak kullanmaktadırlar (Dood vd., 2019). Yapılan araştırmalar ise öğrencilerin tepkime mekanizmalarını araç olarak görmediklerini, bunun yerine kimyasal teorileri oklar, harfler ve semboller ile bağlantı kurmadan görsel temsilleri ezberleme yolunu tercih ettiklerini ortaya koymaktadır (Bhattacharyya & Bodner, 2005; Grove vd., 2012).

Bhattacharyya ve Bodner (2005), öğrencilerin organik tepkime mekanizmalarını başarıyla uygulayabildiklerini, ancak mekanizmaların arkasındaki kimyasal kavramları anlamadıklarını tespit etmişlerdir. Araştırmacıların lisans öğrencileri üzerinde yürüttükleri araştırma bulgularında öğrencilerin eğri okları, elektron akışının bir temsili olarak görmek yerine molekülleri birbirine bağlama aracı olarak gördüklerini ortaya çıkarmıştır. Benzer bir şekilde, Ferguson ve Bodner (2008) birçok öğrenci için eğri okların mekaniksel bir anlamı olduğunu, ancak pek çoğu için içeriksel anlamının çok az ya da hiç olmadığını belirtmiştir. Ferguson ve Bodner, eğri okların öğrenciler için anlamsızlığını azaltmak için, organik kimya derslerinin öğretimine yönelik iki öneride bulunmuşlardır. Bunlardan birincisi, öğrencilerin sadece spesifik fonksiyonel gruplara ve spesifik dönüşümlerin ayrıntılarına yoğunlaşmalarına engel olmak için, organik kimyadaki temel kavramlar ve belirgin kabul edilmiş temaları tekrar tekrar ders saatlerinde odaklanılmasının gerekliliğidir. İkincisi ise, kimyanın sembolik dili ile hem tepkimelerin gerçekleştiği atomik boyut hem de laboratuvarın makroskobik dünyası arasında bağlantının daha sıklıkla kurulmasının gerekliliğidir.

Tepkime mekanizmaları ile ilgili olarak Grove vd. (2012), organik kimya dersini alan üniversite öğrencileri üzerinde yürüttükleri araştırma bulgularında, öğrencilerin tepkime mekanizmalarını açıklarken, protonun alkenin pi bağına saldırdığını yani elektronca fakir grupların, elektronca zengin gruplara saldırdığını dikkate aldıklarını saptamıştır. Araştırmacılar bu durumun başlıca nedenleri olarak öğrencilerin tepkime süresince elektron akışının protondan alkene doğru gerçekleştiğine inanmaları ya da eğri okların sembolik anlamını tam olarak anlayamamaları olabileceğini öngörmüşlerdir.

Öğrencilerin tepkime mekanizmalarını anlamalarında yaşadıkları zorlukların incelenmesine yönelik olarak yapılan bir başka araştırmada Bhattacharyya (2014), sorunların dört temel konuda toplandığını ifade etmiştir. Bu başlık altında tek tek ele alınmış ve aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

1. Öğrencilerin, kimyasal tepkimelerin daima en düşük enerjili ürünü vereceğine inanmaları.

Bhattacharyya (2014), öğrencilerin çoğunlukla reaksiyonlarda izole edilebilir ürün eldesi gerçekleşmesi için, standart serbest enerji değişiminin negatif olmak zorunda olduğuna

inandıklarını ifade etmektedir. Kraft vd. (2010) tarafından yürütülen araştırma bulgularında da öğrencilerin serbest enerji değişimin pozitif olduğu imin oluşumu tepkimesi ve serbest enerji değişimin yaklaşık sıfır olduğu asidik ortamda esterlerin hidrolizi tepkimelerinde oluşan ürünleri doğru yazabildikleri ancak bu ürünlerin oluşma nedeni olarak termodinamiksel olarak girenlerden daha kararlı olmalarını ifade ettikleri anlaşılmaktadır (Doğru cevap, yanlış neden). Araştırmacılar, bu durumun başlıca nedeni olarak, öğrencilerin kinetik faktörleri ve yüksek enerjili ürünlerin izolasyonunda deneysel manipulasyonları dikkate almamaları olarak belirtmişlerdir. Ayrıca, öğrencilerin tepkimelerin girenlerden daha kararlı ürünü vermek zorunda olduğuna inanmaları, yanlış sonuçlara ulaşmalara da neden olduğu bazı araştırma bulgularıyla ortaya çıkmıştır. Örneğin; Rushton vd. (2008) cis-alkenin ana ürün olması gereken tepkimede, öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun trans-alkenin ana ürün olduğunu çünkü trans yapının cis yapıdan daha düşük enerjili olduğunu ifade ettiklerini saptamıştır.

2. Polifonksiyonel gruplu bileşiklerin sadece bir grubu tepkime verir.

Bhattacharyya 'a (2014) göre öğrencilerin büyük bir kısmı, polifonksiyonel bileşiklerin reaktiflerle olan etkileşimlerini tek bir bölgede ya da tek bir fonksiyonel grupla sınırlandırma eğilimindedir. Nitekim Bhattacharyya (2004) tarafından yürütülen araştırma bulgularında da organik moleküllerin sentezlerinde de öğrencilerin çoklu tepkime bölgelerine dikkat etmemeleri sonucu, olası yan tepkimeleri atladıkları saptamıştır. Bhattacharyya (2014), öğrencilerin bunun gibi sadece tek bir fonksiyonel grupla analizi sınırlandırmalarına, bilişsel yük indirgeme stratejisinin neden olabileceğini ifade etmiştir.

3. Kimyasal tepkimelerdeki ürünleri tek bir parametre kullanarak tahmin etme.

Bhattacharyya (2014) kimyasal tepkimelerde öğrenciler, maddelerin davranışlarını açıklarken ya da tahmin ederken bir parametreyi dikkate alma eğiliminde olduklarını ya da türler arası sinerjik etkileşimleri dikkate almadıklarını belirtmiştir. Örneğin DeFever vd. (2015) tarafından yürütülen araştırmada kimya son sınıf öğrencilerinin tamamı çeşitli tepkime koşullarında kompleks doğal bir bileşiğin nasıl davrandığını doğru tahmin edemedikleri ortaya çıkmıştır. Bu araştırmada, öğrencilerin karbonil grubu ile konjuge durumda olan $C=C$ 'nin bir elektrofil ile tepkimeye gireceğini ifade etmeleri, öğrencilerin sadece izole $C=C$ bağına odaklandıklarını, konjuge bir durumda karbonil grubunun yapısal farklı bir özelliğe neden olduğunu ve elektronca zengin nükleofillerle tepkimeye girebileceklerine odaklanmadıklarını göstermektedir. Anderson ve Bodner (2008) tarafından yürütülen bir başka araştırma sonuçlarında ise öğrencilerin molekülleri organize bir bütün olarak görmeye başarısız oldukları, bir elektron sistemi olarak görmekten çok atomların bir bütünü olarak gördüklerini saptamıştır. Farklı bir araştırmada da Anderson (2009), lisans öğrencilerinin tepkime mekanizmalarına

ilişkin açıklamalarında, molekül içindeki fonksiyonel grupların izole reaktiflerine odaklandıklarını, moleküldeki pi sistemlerinin dinamik yapılarının farkında olmadıklarını ortaya çıkarmıştır.

4. Nükleofilik özelliği bazlık ile eşdeğer görülmesi

Bhattacharyya (2014) pek çok öğrencinin bazlık özellik ile nükleofilik özelliği eş değer olarak gördüğünü belirtmiştir. Bronsted- Lowry asit-baz tanımına göre, baz, asit-baz dengesinde bir başka maddeden proton alan türlere denir. Bu açıdan bazlık, dengenin yönü ile ilgili bilgi verdiğinden termodinamiksel bir terimdir. Nükleofilik ise, elektronca zengin bir türün (Lewis bazı gibi), elektronca fakir bir karbon merkezi ile tepkimeye gireceği hızı belirler. Bu açıdan kinetiksel bir terimdir. Her ne kadar pek çok madde bu iki özelliği taşısa da, baziklik ve nükleofilik iki ayrı davranıştır. Strickland vd. (2010), tarafından yürütülen araştırma bulgularında da benzer bir şekilde öğrencilerin bazlık ve nükleofilik özellikleri ayırt edemedikleri saptanmıştır. Araştırmacılar, bu durumunun başlıca nedeni olarak, bu terimlerin kavramsallaştırılmasında, süreç odaklı düşünmenin gerçekleştirilmemesi olarak açıklamışlardır. Benzer şekilde, Ferguson ve Bodner (2008), öğrencilerin tepkime mekanizmalarını incelerken bazlık ve nükleofilik özellik arasındaki ayrımı yapamadıklarını belirlemişlerdir.

Öğrencilerin tepkime mekanizmaları konusunda yaşadıkları sorunlar ise Friesen (2008) tarafından incelenmiş ve tespit edilen sorunlar aşağıda dile getirildiği gibi iki temel başlıkta toplandığı ifade edilmiştir.

1. Kimyasal eşitliklerin ve mekanizmalarının yazılmasında yaşanan sorunlar

Friesen (2008) bu başlık altında dikkate aldığı unsurlardan birisi olarak, kısa yol gösterimlerin kullanılmasını ifade etmiştir. Friesen'e göre kısa yol gösterimler, organik kimya dilinin önemli bir parçası olmasına karşın özellikle organik kimyaya girişte gereksiz yere kullanılabilir. Bu kullanımlardan birisi de alkil gruplarını tanımlamak için "R"nin kullanılmasıdır. Organik kimyadaki temel öğreti, alkil gruplarının kimyasal tepkimelerde sıklıkla yer değiştirebilir olduğudur. Ancak, R gruplu tipik bir S_N2 tepkimesine, ayrılan grubunu bir karbon atomuna bağlı gerçeğini gizlemektedir. R kısa yol gösterimin bir diğer sakıncası ise, karbon atomunu primer, sekonder ve tersiyer olmasına bağlı olarak reaktivite üzerinde etkilerinin olmasıdır. Bu nedenle, tepkimelere girişte farklı alkil gruplarının gösterilerek örneklendirilmesi çok daha avantajlı olacaktır. Sıklıkla kullanılan diğer kısa yollar ise fenil grubu için Ph, aril grubu için Ar, halojen için X ve metal atomu için M'dir. Bu kısaltmalar, kimyasal reaktiviteye aşina olan kişiler için yeterli olabilir ancak kimyasal bağların reaktivitesini yeni öğrenen kişiler için problem oluşturabilir.

Friesen (2008) bir diğer başlık olarak tepkime eşitliklerinin denkleştirilmesinden kaçınılmasını vermiştir. Friesen, öğrencilerin kimyaya girişte stokiyometriyi ve tepkime eşitliklerinin denkleştirilmesinin önemini gördüklerini, organik kimyaya giriş derslerinde ise sıklıkla tepkime eşitliklerinin denkleştirilmesinin önemsenmediğini ifade etmiştir. Friesen'e göre, organik bileşikler ve reaktiflerin, reaktivitesi ve tepkimelerine giriş yapan öğrenciler için tepkimelerin denkleştirilmesi konuyu daha anlaşılabilir kılmaktadır. Örneğin, S_N1 tepkimelerinin denkleştirilmesi detaylı bir mekanizmanın yardımı olmaksızın bile öğrencilerin ne olduğunu anlamalarına yardımcı olacaktır. Friesen, aynı zamanda birden fazla basamaklı tepkimeler denkleştirilmiş olarak yazılsa bile, her bir basamağa ait reaktifin eş zamanlı olarak tepkime karışımına eklendiği şeklinde yanlış anlamaların olabileceğini ifade etmiştir. Bu bakımdan her basamağı ayrı ayrı denkleştirilmiş olarak yazmak ile bu durumun önüne geçebilecektir.

Friesen'e (2008) göre denkleştirilmiş detaylı tepkime mekanizmalarının yazılmaması da öğrencilerin tepkime mekanizmalarını anlamalarını etkileyen unsurlardan biridir. Tepkime mekanizmalarında kullanılan bazı kısa yollar, tepkimeyi tam olarak tanımlayan mekanik ayrıntıları engelleyen bir durumdur. Örneğin, moleküler reaktivitenin mekanistik açıklamaları için sıklıkla kullanılan ardışık ok yaklaşımı, tüm kimyasal türlerin kökenlerini tam olarak temsil etmemektedir. Ayrıca, bu durumda elektron hareketini temsil eden oklar da tam olarak temsil edilememektedir. Bu nedenle, denkleştirilmiş detaylı tepkime mekanizmalarının yazılması önerilmektedir. Öğrenciler, tepkimenin tamamını bu detaylı mekanizmadan kolaylıkla çıkarabileceklerdir.

Friesen (2008) anahtar elektronlar ve bağları gösteren yapısal temsillerin yazılmamasını da bir unsur olarak göstermiştir. Friesen, organik kimyada mekanizmaların temellerinin elektron hareketine dayandığını, bu yüzden valans elektronlarının ve reaktif bağlarının net bir şekilde gösterilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Aksi durumda, mekanizmaların işleyişinin tam olarak anlaşılamayacağını belirtmiştir.

İyonik ve kovalent bağın ayırt edilememesi öğrencilerin mekanizmaları anlamalarında karşılaştıkları zorluklardan birisidir. Friesen (2008), iyonik ve kovalent bağ arasındaki farklılığın birinci sınıf kimya derslerinde ve organik kimyaya girişte yer aldığını ancak, bu iki bağ türü arasındaki farkın kimyasal tepkimelerin yazılmasında çok önemi olduğunu ifade etmiştir. Friesen, örneğin bir S_N2 tepkimesinde sodyumun, oksijen ve brom ile kovalent bağ yapmayıp, iyonik bağ yaptığının gösterilmesi gerektiğini belirtmiştir.

2. Kimyasal eşitlik ve mekanizmalarının açık bir şekilde yazılmasında karşılaşılan sorunlar.

Tümevarımcı yaklaşım genelleme yapılmasını sağlamalıdır. Günümüzde kimya derslerinde sorgulama temelli öğretimde kullanılan tümevarım yaklaşımı son derece yaygındır ki bu sürecin, öğrencilerin genel bir tepkime türünün temsili olan özel bir tepkime ile tanıştırılarak başlanmasını amaçlamaktadır. Genel tepkimenin diğer özel örnekleri ise farklılıkların açıklanması ile birlikte öğrencilere sunulmaktadır. Bu süreçte öğrenciler özel tepkimelerde bağlantı kurdukları kendi genellemelerini oluşturacaktır. Ayrıca, bu genellemeler tepkime türlerinin mekanistik anlayışı ile aydınlatılacaktır. Ancak, çeşitli reaktif türlerini içeren genel bir tepkime türü sahip olmak için ihtiyaç duyulan özel örnek sayısı öğrenciden öğrenciye önemli ölçüde değişmektedir. Friesen (2008), ayrıca bu genellemelerin öğrenme sürecinin çok başında başlatılmaması gerektiği konusunda uyarıda bulunmaktadır.

Kimyasal eşitlik ve mekanizmaların aşırı basitleştirmesinin, mekaniksel bir karmaşıklığın tam olarak anlaşılmasını engellemesi. Kimyasal eşitliklerin denkleştirilmesi işleminde basitleştirmeler gerekli olabilmektedir. Bir tepkime olası tüm ürünleri ile açıklandığında, öğrenme sürecinde çok fazla bilginin kullanılması gerekmektedir. Ancak, mekanistik bütünlük, öğrencilerin eğitiminin belirli bir noktasına tüm öykünün verilmesini gerektirir.

Kimyasal tepkimelerin eşitlenmesinin ve tepkime mekanizmalarının tam olarak yazılmasını uğraştırıcı olması. Tepkime mekanizmalarını tam olarak yazmak hem öğrenciler hem de öğreticiler için uğraştırıcı olabilmektedir. Herkes tarafından daha önceden anlaşılmış bir kavramın tekrar tekrar gösterilmesinden kısa gösterimlerin kullanılmasıyla kolaylıkla kaçınılmaktadır. Örneğin, moleküllerin bağ-çizgi gösterimlerinin organik kimyadaki Lewis, Kekule ve yoğunlaştırılmış molekül temsilleri ile hızlıca yer değiştirmesinin nedeni, karbonun dört bağ yapma kavramının iyi bir şekilde anlaşılmasından sonra bu gösterimleri çizmenin kolay ve hızlı olmasıdır. Her zaman temel kavramlara vurgu yapmak ile üst düzey anlamalara geçişleri kolaylaştırmak için kısa yolların kullanımı arasında geçiş olduğu görülmektedir.

Caspari vd. (2018) tarafından Organik Kimya 2 dersini alan öğrencilerle yürütülen bir araştırmada, öğrencilere ayrılan grupların bulunduğu iki mekanizma problemi verilmiştir. Problemlerde öğrencilerden, iki reaktantdan hangisinin temsil edilen mekanik basamağın daha düşük aktivasyon enerjisine sahip olduğunu tahmin ve bunu sesli düşünme tekniğine göre yapılan görüşmede açıklamaları istenmiştir. Araştırmada öğrencilerin, karbokatyona ilişkin açıklama yaparken, pozitif yükten bahsetmeden sadece süstitüentlere odaklandıkları, ayrılan gruplarla ilgili olarak da bağın kopması olayından bahsetmedikleri belirlenmiştir. Bu yaklaşımı kullanan öğrencilerin birçoğunun da aktivasyon enerjisini tahmin etmekte zorlandıkları

belirlenmiştir. Bu nedenle, araştırmacılar organik kimyadaki bu temel adımlara çok daha güçlü vurgu yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Benzer bir araştırma, Bodé vd. (2019) tarafından Organik Kimya 2 dersini alan öğrencilerin sınavlarında sorulan bir sorunun analizi yapılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, bu soruda öğrencilerden verilen iki tepkime mekanizmasından hangisinin S_N1 tepkimesine daha uygun olduğunu açıklamalarını istemiş ve bu doğrultuda verdikleri cevapları öğrencilerin hangi özellik ve kavramları tartıştığı, kavramlar arasında nasıl bağlantı kurdukları, bu süreçte hangi akıl yürütme biçimlerinin tanımlanabileceği ve ilgili organik reaksiyon mekanizmalarını nasıl karşılaştırdıkları doğrultusunda analiz etmişlerdir. Analiz sonuçları, Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun hangi tepkimenin S_N1 mekanizmasına uygun bir şekilde gerçekleştiğini doğru bir şekilde ifade ettiğini, bunu açıklarken de çoğunlukla kararlılık, karbokasyon ve aktivasyon enerjisi gibi kavramları kullandıkları belirlenmiştir. Buna karşı verilen cevapların çok az bir kısmında, hızı belirleyen adım ve geçiş hali kavramları ile hiperkonjugasyon ya da Hammond'ın varsayımlarını içerdiği ortaya çıkmıştır. Araştırmada öğrencilerin az da olsa ilişkisel argümanlar kurdukları ancak bunların kural temelli oldukları saptanmıştır. Örneğin, öğrenciler tersiyel alkil halojenürlerin S_N1 , primer alkil halojenürlerin ise S_N2 mekanizmasına göre tepkime vereceğini belirtmiş ancak bunun nedenine bir açıklama getirememişlerdir. Araştırmada elde edilen verilerden, öğrencilerin tepkime mekanizmalarını karşılaştırırken çoğunlukla ayrılan grubun bağlı olduğu karbon atomundaki sübstituent sayısı gibi yapısal özelliklere odaklandıkları da belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde, öğrencilerin çoğunluğunun reaksiyon özelliklerini ve etkilerini tanımlamak yerine, cevaplarını haklı çıkarmak için sebep-sonuç ilişkileri sağlama gereğini anladığını, moleküllerin hangi özelliklerinin tepkimeler ile ilişkili olduğunu belirlemede zorlandıklarını ortaya koymaktadır.

Popova ve Bretz (2018) tarafından yürütülen bir diğer araştırmada ise Organik Kimya II dersini alan 36 öğrenciye S_N1 , S_N2 , E1 ve E2 tepkime örnekleri mekanizmaları ile verilerek bu tepkimelerdeki organik grupların reaktivite ve kararlılığını etkileyen faktörleri açıklamaları istenmiştir. Araştırma sonucunda, görüşme yapılan öğrencilerin büyük bir kısmının bu tepkimelerdeki ayrılan gruba ilişkin sınırlı düzeyde anlamaya sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, öğrencilerin verdikleri cevaplardan özellikle ayrılan grubun kapasitesini belirleyen faktörlere ilişkin yeterli açıklama yapamadıkları ortaya çıkmıştır.

Tepkime mekanizmaları ile yürütülen araştırmalarda, öğrencilerin asitlik-bazlık; elektrofil-nükleofil gibi mekanizma konusunun temelini oluşturan kavramları yeterince kavrayamamasının tepkime mekanizmalarını öğrenmeleri üzerinde etkili olduğunu ortaya

koymuştur. Bu araştırmalardan biri Anzovino ve Bretz (2015) tarafından yrtlmştır. Araştırmacılar, yürüttükleri bu araştırmada öğrencilerin nükleofil ve elektrofil içeren tepkimeleri değerlendirmede, bunları içermeyen tepkimeleri değerlendirmeye göre daha başarılı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Elektrofil ve nükleofil içermeyen tepkimelerde, öğrencilerin zorlandıkları noktalar farklı şekillerde ortaya çıkmıştır. Öğrenciler bu gibi durumlarda, yanlış mekanizmalar önerdikleri gibi buna ilaveten mekanizmalarında yer alan bir ya da birden fazla türü de nükleofil ya da elektrofil olarak tanımlayabilmektedirler. Örneğin, alkanların radikalik monobromlanması öğrencilerin büyük bir kısmı iyonik mekanizma ile açıklamış ve negatif yüklü türleri nükleofil, pozitif yükü türleri de elektrofil olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar, aynı zamanda elektrofil ve nükleofil içermeyen tepkimelerde ğrencilerin Bronsted-Lowry asit-bazları ile elektrofil ve nükleofil kavramlarının da karıştırıldığını, bir-asit baz tepkimesini öğrencilerin nükleofil ve elektrofil arasında gerçekleşen bir tepkime olarak sınıflandırdıklarını saptamışlardır.

Bir diğer araştırmada ise, Cruz-Ramirez de Arellano ve Towns (2014), alkil halojenürlerin tepkimelerinde, öğrencilerin asitlik/bazlık ya da elektrofilik/nükleofilik yapı ile reaktiflerin kuvvetlerini değerlendirmede zorlandıklarını ve bunların öğrencilerin reaksiyon mekanizmalarını anlamalarında temel yapıyı oluşturduğuna dikkat çekmiştir. Bu nedenle, eğitimcilerin alkil halojenür gibi özel tepkime mekanizmalarının öğretimine geçilmeden önce öğrencilere bu değerlendirme ve ayrımları detaylı bir şekilde nasıl yapacaklarını konusunda yardımcı olmaları gerektiği ifade edilmiştir. Bu amaçla, küçük grup tartışmalarını içeren pedogojik yaklaşımlardan yararlanılabileceğini, bu süreçte öğrencilerin kendi anlamalarını belirtirken, grup yeleri ile de kıyaslama fırsatlarını kazanabileceklerini ve böylelikle bilgilerini düzelterek daha sofistike anlamaya sahip olabilecekleri belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bu çalışmasında aynı zamanda öğrencilerin hangi spesifik reaktifin, hangi spesifik tepkimeyi verebileceğinin bağlantısını kurmada zorlandıklarını da belirtmiştir (zayıf nükleofillerin, S_N1 reaksiyonu vermesi gibi). Bu nedenle, öğrencilerden hedeflenen ana ürünü ya da mekanizmayı destekleyecek nedenler (zellikle, moleküllerin fiziksel ve kimyasal özellikleri, reaksiyon mekanizmasının basamakları ve ara ürünleri) sunmalarını istemenin faydalı olabileceği ifade edilmiştir. Bu durumda faydalananacak etkinliklerden birisi de Grove ve Bretz (2010) da önerdiği şekilde bir başlangıç bileşiğinin, bir reaktif ile tepkimesinden çoklu ürünlerin oluşmasını sağlama yoluna başvurulabilir. Sınıf tartışmaları ile birlikte, öğrenciler reaksiyonda oluşacak olası ürünleri nedenleri ile birlikte ele alacak ve böylelikle öğrencilerin bilgilerini düzenlemesine de olanak tanınacaktır. Ferguson ve Bodner (2008), tarafından yürütülen çalışmada da, özellikle öğrencilerin asit-bazlarla ilgili anlama düzeylerinin düşük düzeyde olmasını tepkime mekanizmalarını anlamalarında bir bariyer niteliğinde olduğunu belirtmiştir.

Araştırmacılar, çalışmalarındaki katılımcıların dört sömestrlik kimya derslerine karşın, kendilerine verilen tepkimelerde asit-bazları tanımlamakta zorlandıklarını belirtmişlerdir. Bu süreçte, öğrencilerin asidik kuvvetleri değerlendirmek için pKa kavramını hiç kullanmadıkları da ortaya çıkmıştır. Benzer bir araştırma, Cooper vd. (2016), tarafından yürütülmüştür. Araştırmacıların, öğrencilerden asit-baz tepkimelerini mekanizmaları ile açıklamaları istedikleri araştırma bulgularında, Lewis modelini uygulayan öğrencilerin tepkime mekanizmalarını eğri okları da kullanarak tam olarak yazabildiklerini saptamışlardır. Ancak diğer asit-baz modellerini kullanan öğrencilerde aynı durumunun gözlenemediğini açıklamışlardır. Araştırmacılar be nedenle, Lewis asit-baz modelinin özellikle organik kimya dersini alacak öğrenciler için genel kimya derslerinde vurgulanması gerektiğini, eğer bu durum mümkün değilse organik kimya dersinin başlangıcında lewis asit-baz tanımlarına yer verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Stoyanovich vd. (2015) de, organik kimya ve biyokimyayı kapsayan 28 tepkimeyi incelemiştir (S_N1 , S_N2 , aldolkondenzasyonu, kreps çevrimi... gibi). Araştırmacılar inceledikleri tepkimelerin %86'sının asit-baz tepkimelerini içerdiklerini, %82'sinin ise tepkime mekanizmalarının bir parçası olarak asit-baz basamaklarını içerdiklerini saptamışlardır. Bu bakımından araştırmacılar, öğrencilerinin asit-baz kavramlarına hakim olmadıklarında, tepkimelerin %86'sında sadece proton transfer aşamasını anlamakta bile zorlanabileceklerini ifade etmişlerdir.

Tepkime mekanizmaları ile ilgili olarak yürütülen bir diğer çalışmada ise, Galloway vd. (2017), öğrencilerin tepkime mekanizmalarında elektron hareketinin anlamalarında bir engel olarak kullanılan dilinde etkili olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacılara göre, pek çok öğrenci tepkime mekanizmalarını açıklarken yük için “hareket etti”, “ayrıldı”, “yok oldu” gibi ifadeleri kullanarak yükü bir nesne olarak ifade etmişlerdir.

Yürütülen bu çalışmalar, organik kimya dersinde önemli bir yer tutan tepkime türleri ve mekanizmaları konusunun öğrenciler tarafından zor bir konu olarak algılandığını ortaya koymaktadır. Bu çalışma ise bu durumu derinlemesine araştırmak üzere yapılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada kimya öğretmen adaylarının organik kimya tepkimelerini düzenleme biçimlerinin incelenmesine yönelik durum çalışması yapılmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması, bir ya da daha fazla olayın, ortamın, programın, sosyal grubun ya da diğer birbirine bağlı sistemlerin derinlemesine incelendiği yöntem olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2016). Araştırmalarda durum çalışmaları; bir durumu meydana getiren ayrıntıları tanımlamak ve incelemek, bir duruma ilişkin olası açıklamaları geliştirmek ve bir olayı değerlendirmek amacı ile kullanılır. Bu çalışmada da, Organik Kimya I ve II derslerini almış kimya öğretmen adayları araştırmanın örneklemini oluşturduğundan, araştırmanın “Bütüncül çoklu durum deseni” (Yıldırım & Şimşek, 2016) ile yürütülmesi uygun görülmüştür. Ayrıca çalışmanın pandemi dönemine denk gelmesinden dolayı veriler çevrim içi ortamda toplanmıştır.

Evren ve Örneklem

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalında Organik Kimya I ve II derslerini almış ve bu dersi başarı ile tamamlamış öğretmen adayları ile yapılmıştır. Ayrıca çalışmada amaçlı örnekleme türlerinden biri olan tipik durum örnekleme seçilmiştir. Tipik durum örnekleme, araştırmacının konusu ile ilgili ortalama bilgiye sahip kişileri araştırmaya dahil ederek, konuyla ilgili ortalama düzeyde fikir edinmek amacı ile kullanılmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2016). Örneklemi oluşturan kimya öğretmen adaylarına, yürütülecek araştırma hakkında bilgi verilerek, 2020-2021 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılı başlangıcında gönüllü katılımcı onay formu dağıtılmak suretiyle araştırmaya gönüllü olan öğretmen adaylarının katılımları sağlanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada iki tür veri toplama aracı kullanılmıştır. Bunlardan biri, çalışma yapıtları diğeri ise sesli düşünme tekniğine göre yapılan görüşmedir. Sesli görüşme tekniği, çalışma yapıtlarındaki cevapları desteklemek ve daha detaylı analiz yapılması amacıyla kullanılmıştır.

Çalışma yaprakları, tepkime türlerinin sınıflandırılması ve bu tepkimelerin mekanizmalarının açıklanması amacı ile kullanılmıştır. Çalışma yapraklarında S_N1 , S_N2 , S_Ni , $E1$ ve $E2$ tepkime örneklerinin yer aldığı 6 adet tepkime verilerek öğretmen adaylarından bunları sınıflandırmaları ve her birinin mekanizmalarıyla adım adım açıklamaları istenmiştir. Tablo1.de tepkimelerin özelliklerine yer verilmiştir.

Tablo 1. Tepkime Türleri ve Özellikleri

Soru numarası	Tepkime Türü	Tepkimenin Özelliği
1	S_N1	Karbokasyon kararlılığı ve metil kayması
2	S_N1	Rasemleşme
3	S_N2	Konfügurasyon değişimi
4	S_Ni	Konfügurasyon korunumu ve $SOCl_2$ olması
5	$E1$	Kararlı karbokasyon oluşumu ve metil kayması
6	$E2$	Diaksiyel pozisyon

Çalışma yaprakları geliştirilirken kapsam geçerliliğini sağlamak için alan uzmanı iki farklı üniversitede görev yapan iki öğretim üyesinin görüşü alınarak tepkimelere son hali verilmiştir. Son hali verilen çalışma yapraklarının pilot çalışması için 2019-2020 güz yarıyılı içinde çalışma yaprakları, örneklem grubu dışında konuyu görmüş 3 kimya öğretmen adayına uygulanarak pilot çalışma yapılmıştır. Çalışma yaprakları EK 1’de sunulmuştur.

Çalışma yapraklarından sonra uygulanan sesli düşünme tekniğine göre yapılan görüşmede ise öğretmen adaylarına kendilerine ait olan çalışma yaprakları verilerek neden bu tepkimelere karar verdikleri ve nasıl düşündüklerini açıklamaları istenmiştir. Görüşmeler her bir öğretmen adayı ile bireysel olarak yapılarak görüşme öncesinde görüşme protokolü ile görüşme anlatılmıştır. Her bir görüşme 15-20 dakika sürmüştür. Görüşmeler çevrim içi gerçekleştirildiği için sistem üzerinden ses kaydı ve video kaydı yapılmış ve kaydedilmiştir.

Veri Toplama Süreci

Veri toplama araçlarından ilki olan çalışma yaprakları uzaktan eğitim platformu (SAKAİ) üzerinden 2020-2021 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılında 1 ders saatinde uygulanmıştır. Uygulama öğretim elemanı gözetimi altında gerçekleştirilmiştir. Uygulamadan birkaç gün sonra (pandemi dolayısıyla görüşmeler çevrim içi yapıldığı için) veri toplama araçlarından bir diğeri sesli görüşme tekniğine geçilmiştir. Her bir öğretmen adayı ile bireysel

görüşme sağlanmıştır. Bu aşamada öğretmen adaylarından çalışma yapraklarında cevapladıkları her bir sorunun açıklanması istenmiştir. Belli yerlerde daha detaylı açıklamanın sağlanabilmesi için sorular yöneltilmiştir. Hem çalışma yapraklarının uygulanma süreci hem de görüşme sistem üzerinden indirilmiş ve kaydedilmiştir.

Veri Analizi

Verilerin analizinde hem öğretmen adaylarının tepkimeleri sınıflandırmaları hem de sonrasında yapılan görüşmelerde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. İçerik analizi, toplanan bilgilerin önce kavramsallaştırılması, daha sonra da ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir şekilde düzenlenmesi ve buna göre bilgiyi açıklayan temaların saptanması amacı ile kullanılmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2016). İçerik analizinin temelinde yapılan işlem, birbirine benzeyen bilgileri belirli kavramlar ve temalar (belirlenen öğrenme zorlukları) çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenlemektir. Çalışma yaprakları belirlenen cevap anahtarı doğrultusunda, sesli görüşme tekniği ile uygulanan bireysel görüşmeler ise transkript edilerek değerlendirilmiştir.

Verilerin analizinin güvenilirliği için ise, çalışma yaprağındaki her bir soru ve görüşmelerde elde edilen her bir yanıt için oluşturulan cevap anahtarı doğrultusunda, araştırmacı ve danışman öğretim üyesi tarafından birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler arasındaki uyumun hesaplanması için Miles ve Huberman (1994) güvenilirlik formülü ($\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}}$) kullanılmış ve değerlendirmeler arasındaki uyum oranı çalışma yaprakları ve görüşmeler için sırasıyla %91.5 ve %94 olarak tespit edilmiş ve Tablo 2 ve Tablo 3'te detaylı olarak gösterilmiştir. Araştırmacılar daha sonra bir araya gelerek uzlaşmadıkları cevapları tekrar ele almışlar ve en sonunda görüş birliğine varılmıştır.

Tablo 2. *Çalışma Yaprakları Uyum Oranları*

Soru numarası	Uyum oranları
1	%100
2	%100
3	%83
4	%100
5	%83
6	%83

Ortalama	%91.5
----------	-------

Tablo 3. Görüşme Uyum Yüzdesi

Soru numarası	Uyum oranları
1	%100
2	%100
3	%83
4	%100
5	%83
6	%83
Ortalama	%94

Araştırmacı Rolü

Çalışmada kimya öğretmen adaylarına tez kapsamındaki çalışma yaprağı uygulamaları ve sesli görüşme tekniklerinin yapılması araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüm verilerin toplanması ve analiz sürecinde bizzat araştırmacı dahil olmuştur.

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada elde edilen sonuçların inandırıcılığı, nitel araştırma için son derece önem taşımaktadır. Bunun için araştırmanın geçerliliği ve güvenilirliği en yaygın kullanılan ölçütlerdir. Yapılan çalışmada ulaşılan sonuçların okuyucular nezdinde geçerli ve güvenilir bulunabilmesi için şeffaf bir çalışma neticesinde elde edilen veriler; inandırıcı, aktarılabilir tutarlı ve teyit edilebilir olmalıdır. Okuyucular emin olmaları için, araştırmacının elde ettiği verilerden yaptığı çıkarımların uygun, tutarlı, güvenilir ve kanıtlarla desteklenebilir olması gerekmektedir (Fraenkel vd., 2012). Bu çalışmada araştırma probleminin tanımlanmasından, sonuçların elde edilmesine kadar geçen bütün süreçler açık ve anlaşılabilir şekilde okuyucu sunulmuştur.

Araştırmacının çalışmanın yapıldığı ortamda bulunması ve veri toplama süreci için yeterli zamanı ayırması, araştırmacının ön yargılarını kontrol etmesinde etkili olmakta ve örneklem grubunun kültürünü, dilini ve yorumlarını anlamasında fayda sağlamaktadır. (Başkale, 2016). Araştırmacının çalışma ortamında harcanan süresini arttırması, çalışmayı daha

doğal kılacağı gibi örneklem üzerindeki başlangıç etkisini azaltmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırmada çalışma yaprakları ve sesli düşünme tekniklerinin uygulanması iki hafta sürmüş ve araştırmanın tüm süreç ve aşamasında objektiflik ön planda yer almıştır.

Nitel verilerde aktarılabilirlik ise araştırmanın tüm okuyucuların zihninde benzer sonuçlar yaratmayı sağlamaktır. Bunu sağlamak amacıyla okuyucuya yeterli ve detaylı bilgi karışıklık yaratmayacak şekilde verilmelidir. Örnekler, görüşler, bulgular tablo ve şekillerle daha açıklayıcı olarak okuyucuya sunulmaktadır. Ayrıca araştırmadaki tutarlılığı arttırmak için araştırmadaki bulgu ve kaydedilen verinin nasıl toplandığı, nasıl kaydedildiği, araştırmanın hangi şartlarda yapıldığı gibi detaylar da gerekli bölümlerde ayrıntılı bir şekilde okuyucuya anlatılmıştır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemine cevap verebilmek için öğretmen adaylarının çalışma yapraklarında tepkimelere verdikleri cevaplar doğru, yanlış ve boş olarak sınıflandırılarak betimsel analizleri yapılmıştır. Bu bağlamda her bir tepkimeye ait betimsel analiz sonuçları Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 4. *Tepkime Türleri Analiz Sonuçları*

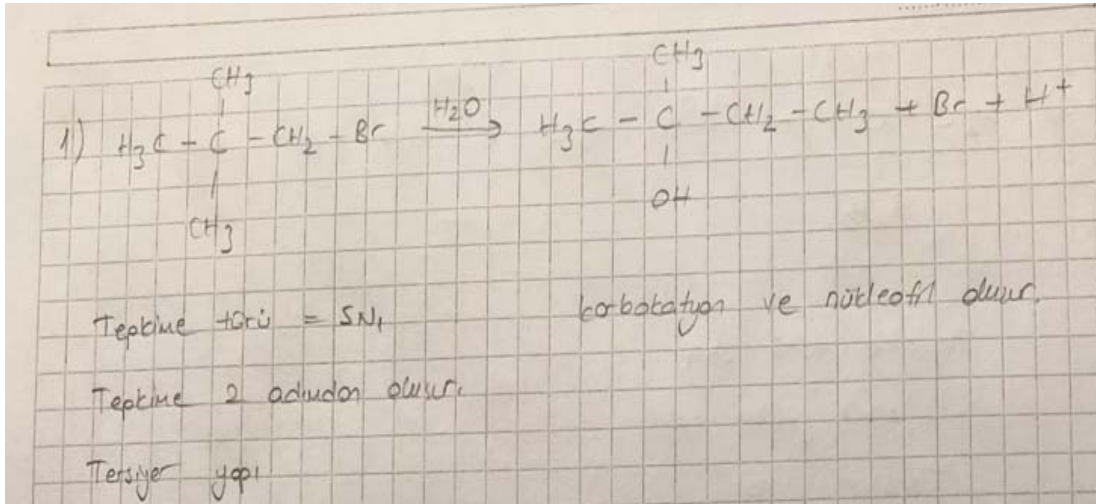
Soru numarası	Doğru		Yanlış		Boş	
	F	%	f	%	f	%
1	9	64.3	3	21.4	2	14.3
2	10	71.3	2	14.3	2	14.3
3	12	85.7	1	7.1	1	7.1
4	12	85.7	1	7.1	1	7.1
5	6	42.8	2	14.3	6	42.8
6	12	85.7	1	7.1	1	7.1

Tablo 4 incelendiğinde kimya öğretmen adaylarının S_N1 tepkimesi ile ilgili olan 1. ve 2. sorulara verilen doğru cevap yüzdeleri sırasıyla %64.3 ve %71.3 şeklinde iken 3. soruda verilen S_N2 tepkimesi ve 4. soruda verilen S_Ni tepkimesi için doğru cevap yüzdesi %85.7’dir. Yine aynı şekilde 3. ve 4. sorular için yanlış cevap yüzdeleri %7.14 şeklinde belirlenmiştir. 5. Soruda verilen E1 tepkimesi için ise doğru cevap oranları düşmüş ve %42.85 olduğu görülmüştür. Burada öğretmen adayları kararlı karbokatyon oluşumu ve ardından gelen CH₃ kaymasını görememişler, bu sebeple diğer tepkimelere göre daha az başarılı olmuşlardır. 6. Soruda verilen E2 tepkimesi için doğru cevap yüzdesinin %85.7, yanlış cevap yüzdesinin ise %7.14 olduğu belirlenmiştir. Tablo 4 aşağıda daha detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Tablo incelendiğinde birinci soruya (S_N1 tepkimesine) öğretmen adaylarının %64.3’ü doğru, %21.43’ü yanlış cevap vermiştir. %14.3’ ü ise boş bırakmıştır.

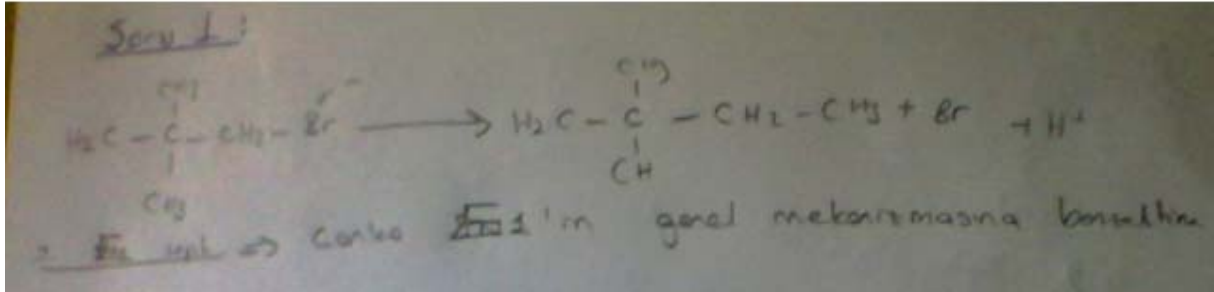
Doğru cevap veren öğretmen adaylarından biri olan ÖA₁'in çalışma yaprağındaki cevabı aşağıda sunulmuştur.

Şekil 1. ÖA₁'in 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.

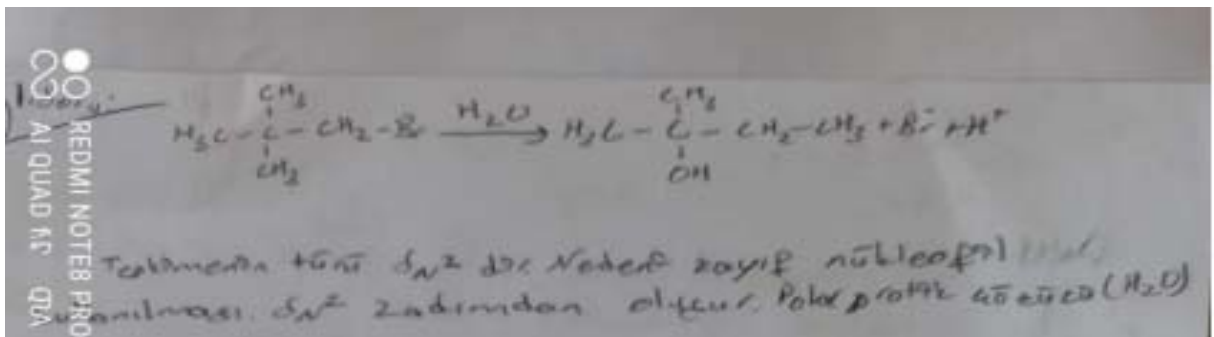


Yanlış cevap veren öğretmen adayları incelendiğinde ise cevapların bir kısmının S_N2 tepkimesi ile ilişkili olduğu bir kısmının da E1 olduğu belirlenmiştir. Bu cevapları veren öğretmen adayları ÖA₃ ve ÖA₅'in çalışma yaprakları şu şekildedir.

Şekil 2. ÖA₃'ün 1.sorusuna ait çalışma yaprağı.



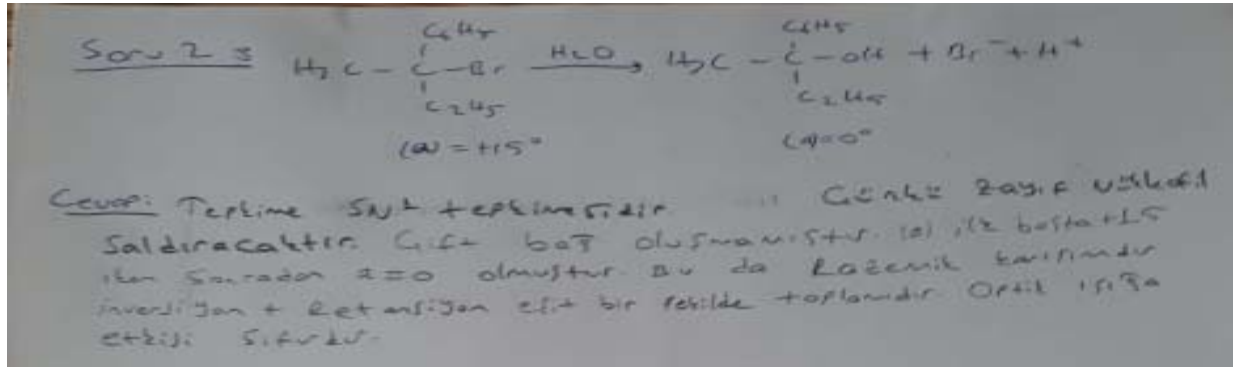
Şekil 3. ÖA₅'in 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.



İkinci soruyu (S_N1 tepkimesi) ise kimya öğretmen adaylarının %71.3'ü doğru, %14.3'ü ise yanlış cevaplamıştır. Adayların %14.3'ü boş bırakmıştır.

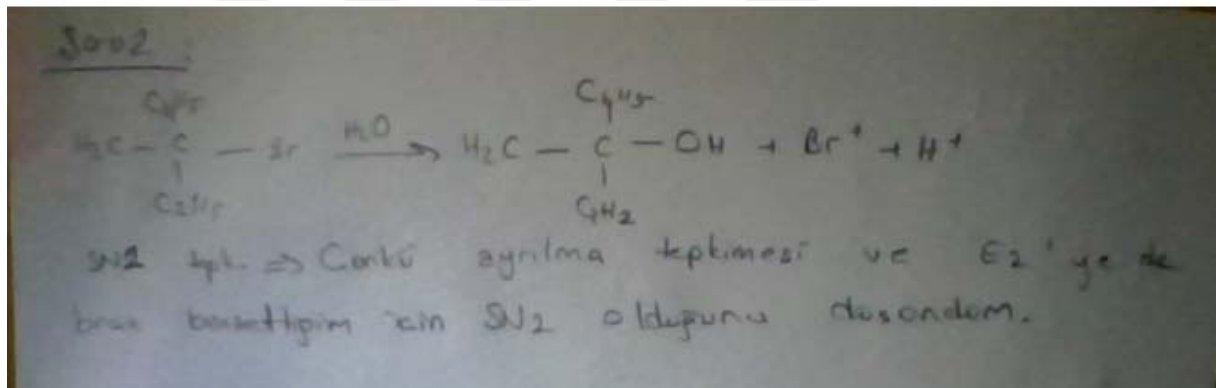
Doğru cevap veren öğretmen adaylarından biri olan ÖA7'nin çalışma yaprağındaki cevabı aşağıda sunulmuştur.

Şekil 4. ÖA7'nin 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.

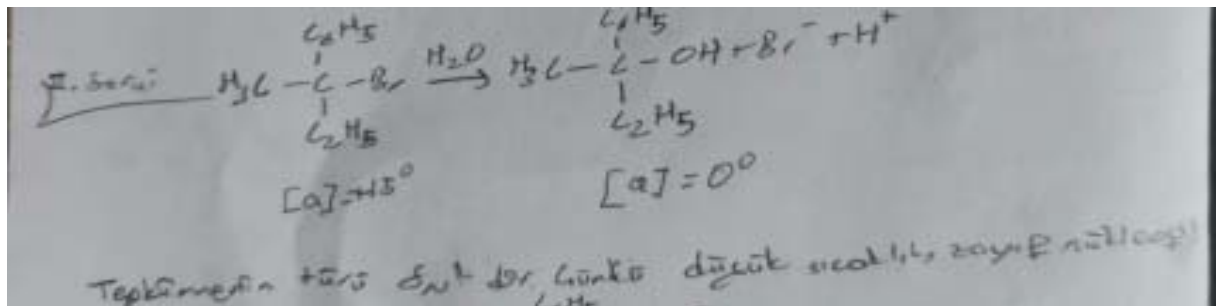


Yanlış cevap veren öğretmen adayları incelendiğinde ise cevapların $\text{S}_\text{N}2$ tepkimesi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu cevapları veren öğretmen adayları ÖA3 ve ÖA5'in çalışma yaprakları şu şekildedir.

Şekil 5. ÖA3'ün 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.



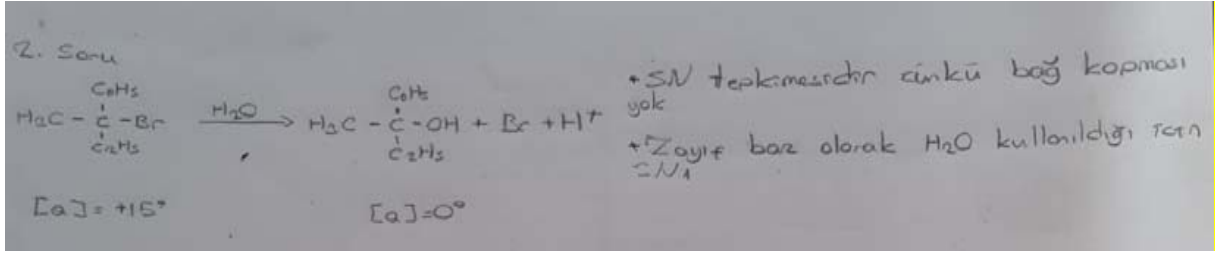
Şekil 6. ÖA5'in 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.



Üçüncü soruya ($\text{S}_\text{N}2$ tepkimesi) baktığımızda öğretmen adaylarının %85.7'si doğru, %7.14'ü yanlış cevap vermiş; %7.14'ü ise boş bırakmıştır.

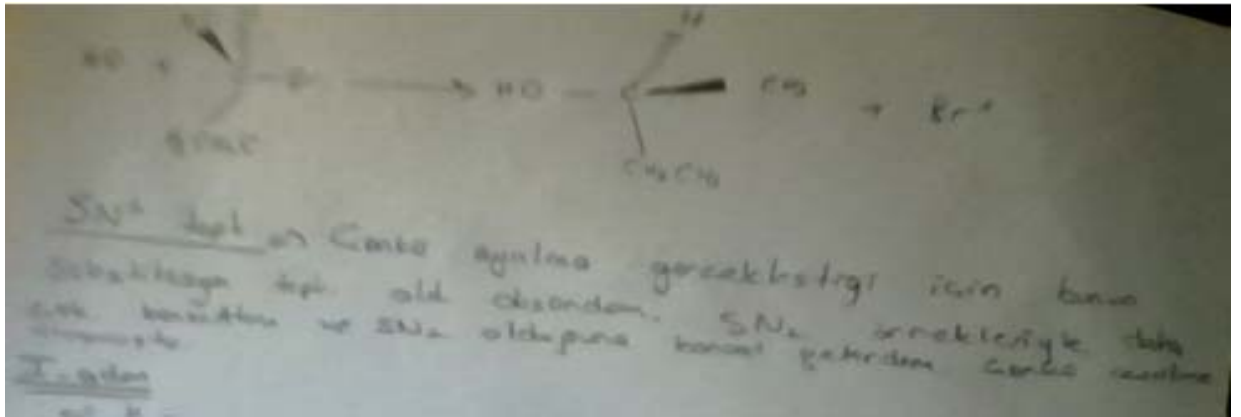
Doğru cevap veren öğretmen adaylarından biri olan ÖA2'nin çalışma yaprağındaki cevabı aşağıda sunulmuştur.

Şekil 7. ÖA₇'nin 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.



Yanlış cevap veren öğretmen adayı incelendiğinde ise cevabının SN₁ tepkimesi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu cevabı veren öğretmen adayı ÖA₃'ün çalışma yaprağı şu şekildedir.

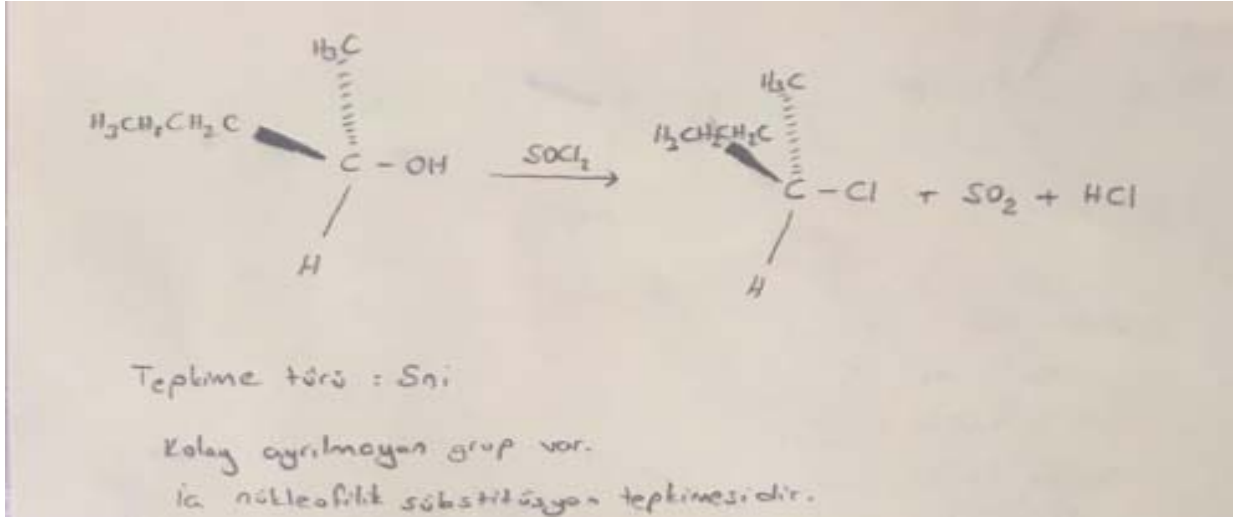
Şekil 8. ÖA₃'ün 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.



Dördüncü soruyu(SN₁ tepkimesi) incelediğimizde öğretmen adaylarının %85.7'si doğru, %7.14'ü boş bırakmıştır. Adayların %7.14'ü ise boş bırakmıştır.

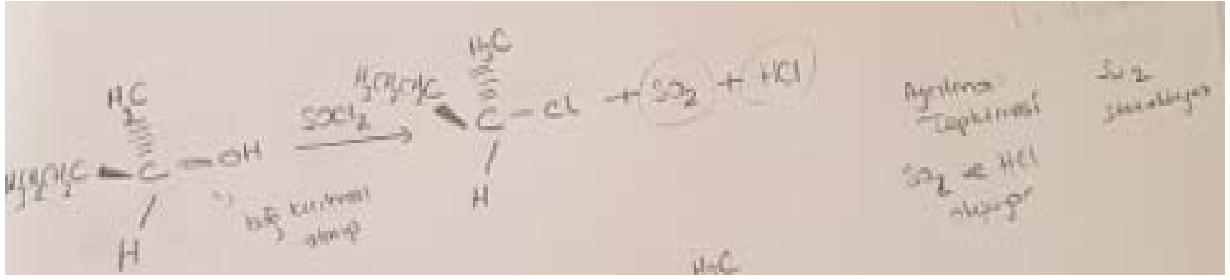
Doğru cevap veren adaylardan biri olan ÖA₁₃'ün çalışma yaprağı aşağıdaki gibidir.

Şekil 9. ÖA₁₃'ün 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.



Yanlış cevap veren öğretmen adayı incelendiğinde ise cevabının SN_2 tepkimesi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu cevabı veren öğretmen adayı ÖA₃'ün çalışma yaprağı şu şekildedir.

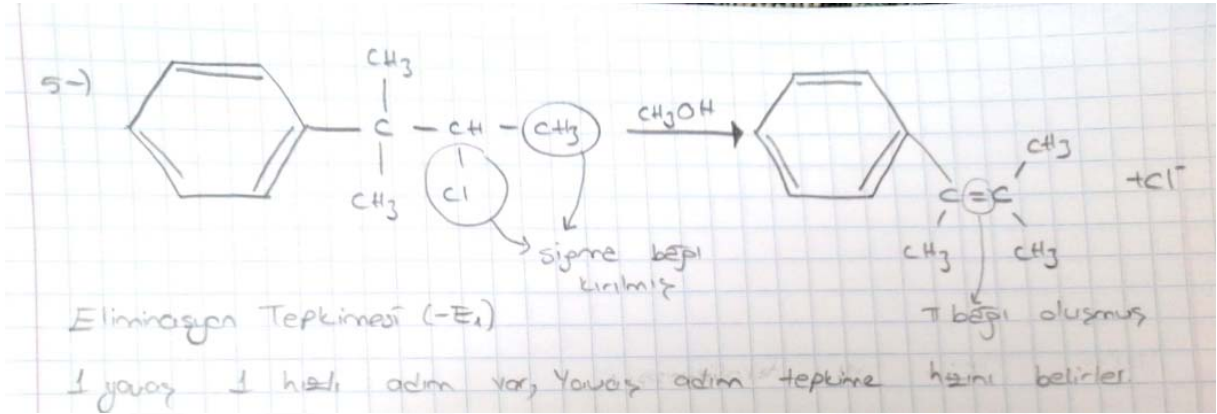
Şekil 10. ÖA3'ün 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.



Beşinci soruya (E1 tepkimesi) geldiğimizde öğretmen adaylarının %42.85'i doğru, %14.3'ü yanlış cevaplamış; kalan %42.3'ü ise boş bırakmıştır.

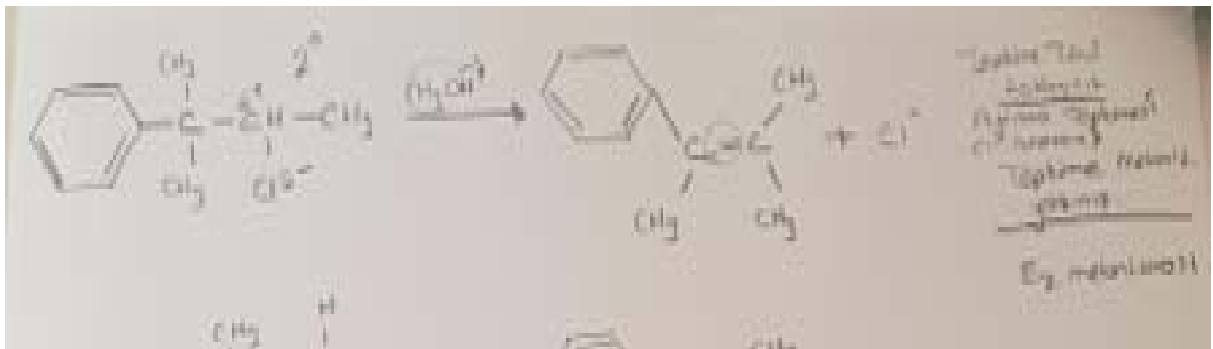
Doğru cevap veren adaylardan biri olan ÖA4'ün çalışma yaprağı aşağıdaki gibidir.

Şekil 11. ÖA4'ün 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.

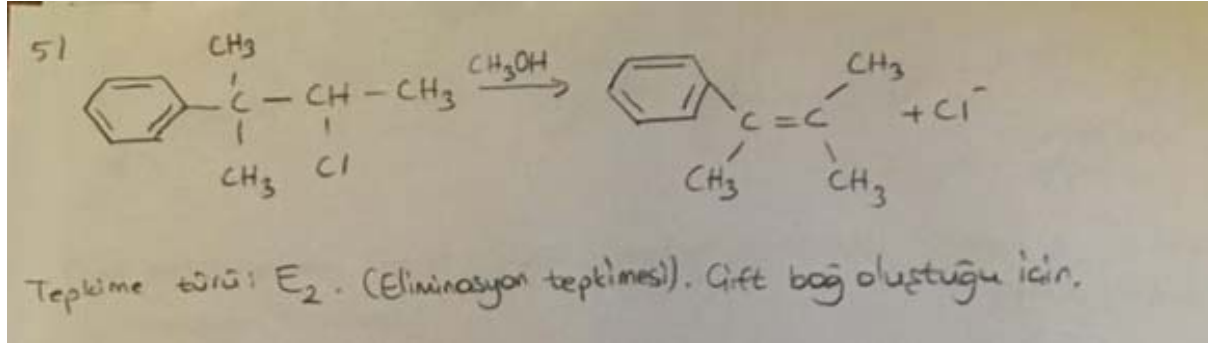


Yanlış cevap veren öğretmen adayları incelendiğinde ise cevaplarının ikisinininde E2 tepkimesi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu cevabı veren öğretmen adayları ÖA6 ve ÖA8'in çalışma yaprakları şu şekildedir.

Şekil 12. ÖA6'nın 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.



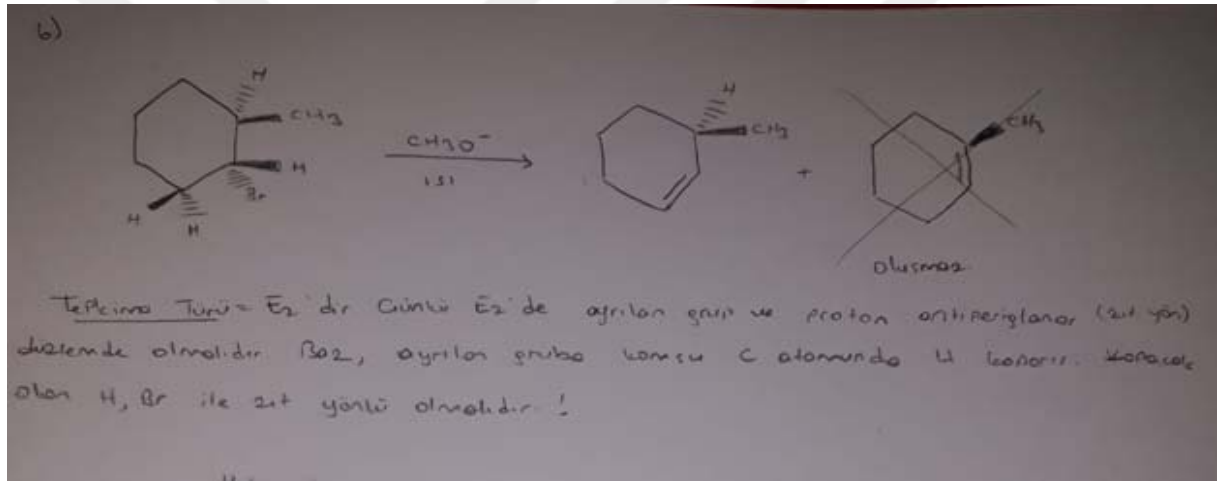
Şekil 13. ÖA₈'in 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.



Son olarak altıncı soruya (E2 tepkimesi) baktığımızda, öğretmen adaylarının %85.7'si doğru, %7.14'ü ise yanlış cevap vermiştir. Adayların %7.14'ü soru boş bırakmıştır.

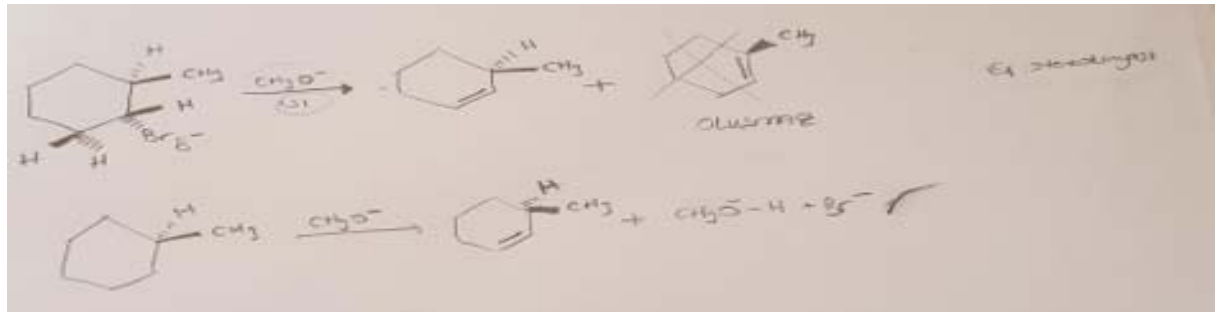
Doğru cevap veren adaylardan biri olan ÖA₁₁'ün çalışma yaprağı aşağıdaki gibidir.

Şekil 14. ÖA₁₁'in 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.



Yanlış cevap veren öğretmen adayı incelendiğinde ise cevabının E1 tepkimesi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu cevabı veren öğretmen adayı ÖA₆'nın çalışma yaprağı şu şekildedir.

Şekil 15. ÖA₆'nın 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.



Araştırmanın 2. Alt problemine cevap vermek için ise öğretmen adaylarından her bir tepkimenin mekanizmasının yazılması istenmiştir. Adayların mekanizmalara verdikleri cevaplar doğru, kısmen doğru, yanlış ve boş olarak sınıflandırılarak betimsel analizi yapıldı. Betimsel analiz sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

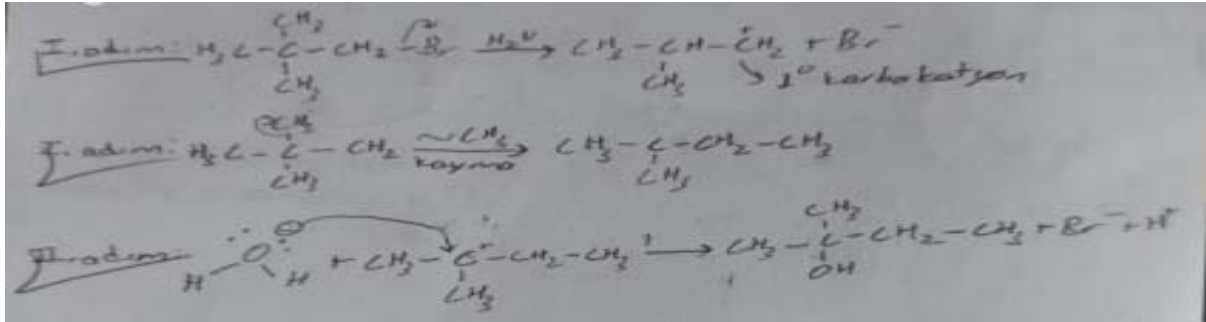
Tablo 5. Tepkime Mekanizmaları Analiz Sonuçları

Soru numarası	Doğru		Kısmen doğru		Yanlış		Boş	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1	3	21.43	7	50	2	14.3	2	14.3
2	3	21.43	6	42.85	4	28.57	1	7.14
3	6	42.85	2	14.3	2	14.3	4	28.57
4	3	21.43	4	28.57	3	21.43	4	28.57
5	2	14.3	1	7.14	2	14.3	9	64.3
6	3	21.43	4	28.57	2	14.3	5	35.7

Tablo 3 incelendiğinde birinci soruda verilen S_N1 tepkime mekanizmasını öğretmen adaylarının %21.43'ü doğru, %50'si kısmen doğru, %14.3'ü yanlış olarak belirtmiştir. Tepkime mekanizmasını belirtemeyen öğretmen adayı yüzdesi ise %14.3'tür.

Tepkime mekanizmasına tam doğru şekilde yazabilen adaylardan biri olan ÖA₅'in çalışma yaprağı aşağıdaki gibidir.

Şekil 16. ÖA₅'in 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₅'in sesli görüşmelerde 1. soru ile ilgili yorumu şu şekildedir.

A: Birinci sorudan başlayalım mı? Bana tepkime türünü ve mekanizmasını açıklar mısın?

ÖA₅: Ben tepkimenin türüne S_N1 dedim. Şuna göre karar verdim... Tepkimedeki nükleofilime baktım. Zayıf bir nükleofil olduğunu gördüm... H₂O kullanılmış... Zayıf nükleofil olduğu için de S_N1 olduğuna karar verdim. Mekanizmaya baktığımda iki adımda gerçekleşiyor. Yalnız S_N1 de şöyle bir fark var. Karbokatyon oluşumuna dikkat etmemiz gerekiyor. Öncelikle brom atomunu mekanizmadan ayırdım. Daha sonra CH₂'nin primer karbokatyon olduğunu gördüm. O yüzden bunu tersiyere çevirmem gerekiyor. Çünkü sırasıyla tersiyer sekonder ve primer şeklinde olması gerek. Tersiyer yapmak içinde bir tane karbon üstündeki CH₃ grubunu CH₃ kayması şeklinde CH₂'ye ekliyorum. Bunu birinci

adımında yaptım. İkinci adımda da H₂O'nun negatif nükleofil olan OH⁻'i karbona bağlayacağım. Oklarla da göstermişim. Zaten karbonun üzerinde de + var. Oksijenin üzerinde de - var. Karbon burada karbokatyon. OH⁻'i buna bağlayıp tepkimeyi bitiriyorum böylelikle.

A: Burada suyu neden ve nasıl kullandığını bana anlatır mısın?

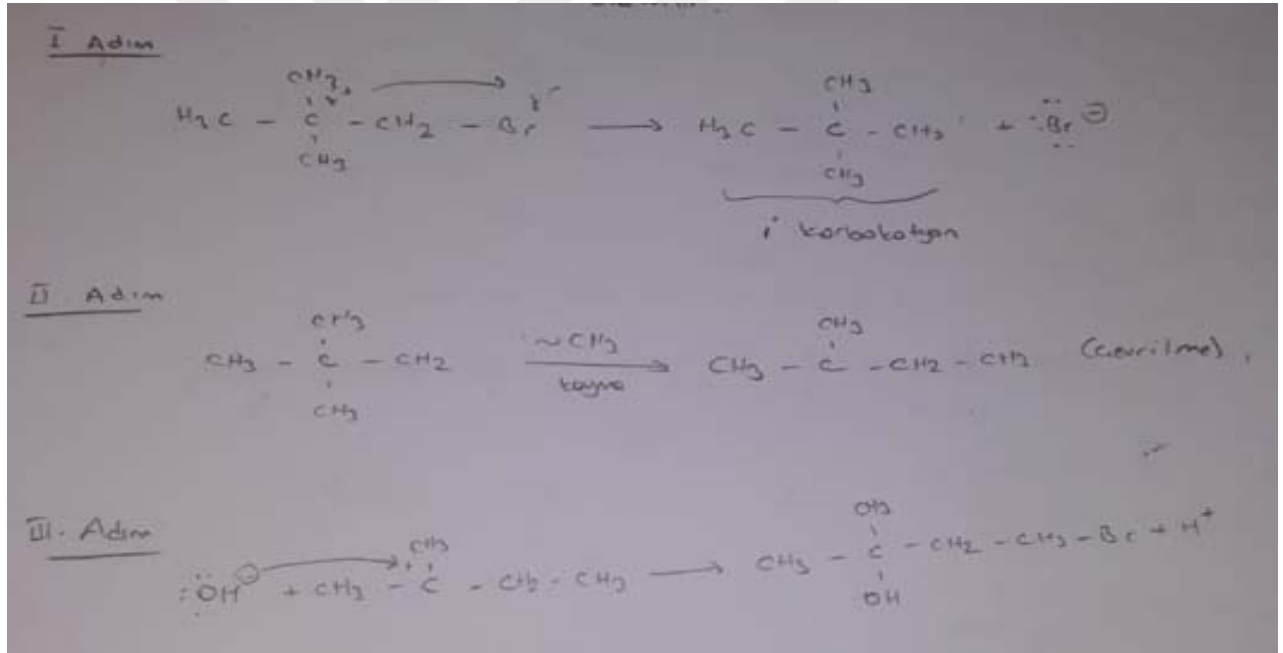
ÖA₅: Hocam bizim burada molekülümüz kararsız şuan karbokatyon oluşumu olduğu için. Bunu kararlı hale getirmek için H₂O kullandım ben. H₂O burada polar bir çözücü. Kararlı hale getirmek için de zayıf nükleofil olan suyu kullandım.

A: Zayıf nükleofil nedir?

ÖA₅: H₂O'daki oksijende iki tane ortaklanmamış elektron çifti var ama OH⁻'da üç tane ortaklanmamış elektron çifti var. O yüzden H₂O zayıf nükleofildir.

Mekanizmayı kısmen doğru yazabilen adaylardan biri olan ÖA₁₁'in cevabı aşağıda sunulmuştur. Burada öğretmen adayı karbokatyon oluşumunu görmüş ancak gösterimini yapamamıştır. CH₃ kaymasını yapmış ancak tepkimede nükleofil olan H₂O'nun yerine ise OH⁻'yi nükleofil olarak kullanmıştır.

Şekil 17. ÖA₁₁'in 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.



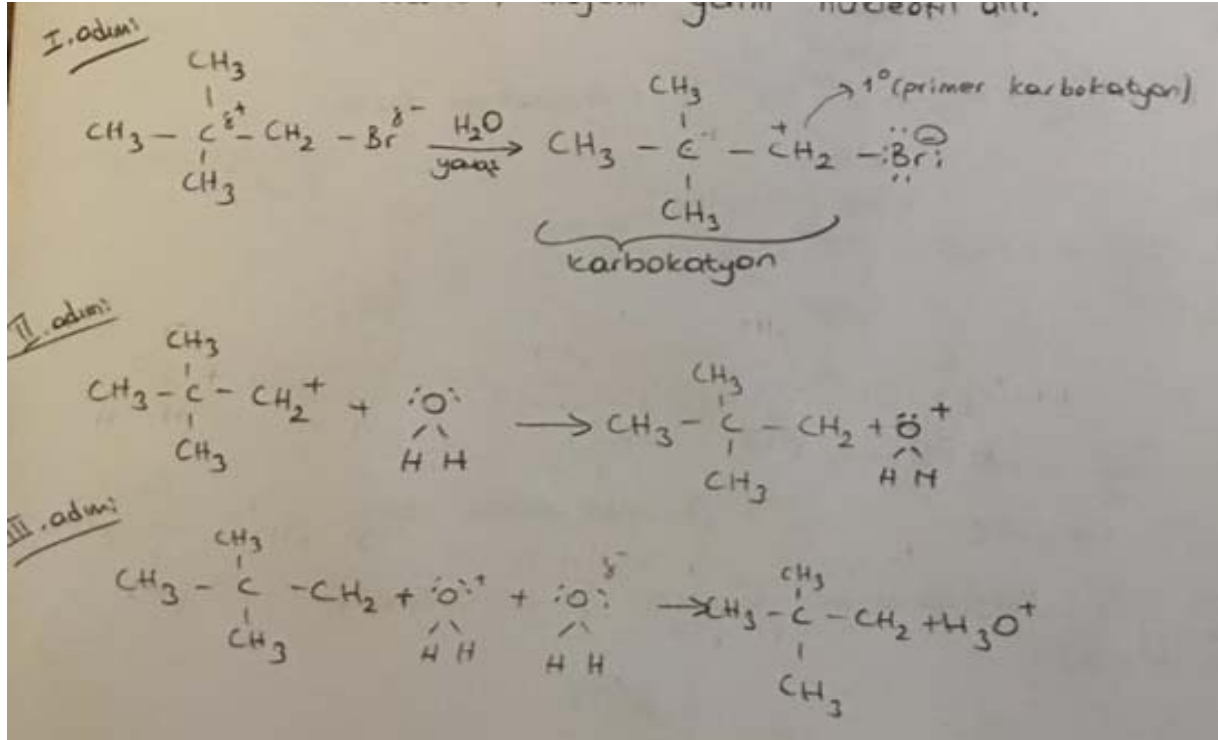
ÖA₁₁'in sesli görüşmelerde 1. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: Birinci soruda neler yaptın anlatır mısın?

ÖA₁₁: Öncelikle tepkime türünü S_N1 olarak belirledim. Çünkü zayıf nükleofilim var bazım var burada. Daima - yük + yüke saldırır düşüncesi ile... 2 adımdan oluşuyor tepkimemiz. Karbokatyon oluşuyor. Çevrilme olabilir. İlk adımda brom ayrıldı. Primer karbokatyonumuz oluştu. Daha sonrada çevrilme olacak. Aslında ben burada CH₃ kayması yapmışım ama daha sonra düşündüğümde Hidrür kayması yapsaydım daha kararlı olabilirdi diye düşündüm. OH eklememin sebebi karbonun üzerinde + yük kaldı. OH'daki - yük buradaki + yüke saldırarak ve daha kararlı yapı oluşacak.

Mekanizmayı yanlış şekilde cevaplayan adaylardan biri olan ÖA₈ 'in cevapları incelendiğinde ise karbokatyon oluşumunu göstermiş ancak CH₃ kaymasını görmediği belirlenmiştir. CH₃ kaymasını göstermediği için nükleofilin yanlış bir karbona saldırdığı görülmüştür. ÖA₈, tepkime mekanizmasında herhangi bir basamakta eğri oka da yer vermemiştir. Dolayısıyla hangi bağların koptuğu ve yeni hangi bağların oluştuğu gösterilmemiştir.

Şekil 18. ÖA₈'in 1. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₈'in sesli görüşmelerde 1. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 1. sorudaki tepkimenin türünü açıklar mısın?

ÖA₈: Ben bu soruya S_N1 dedim hocam. Onun nedeni de öncelikle orada tersiyer yapı olduğu için dedim. Sanırım merkezde karbon atomunu düşünerek tersiyerdir dedim. Ayrıca zayıf nükleofil olduğu için de S_N1 olarak düşündüm.

A: Zayıf nükleofil olduğunu neye göre anladın?

ÖA₈: Ben herhalde H₂O ya göre yaptım. Sanırım yanlış yapmışım burda. Brom yerine H₂O yazmam gerekiyordu. Çünkü burada ortaklanmamış elektron çifti var diye S_N1 dedim. Daha sonrada açıklamaya çalıştım. S_N1 iki adımda gerçekleşiyor. İlk adımımız yavaş adım. İkincisi hızlı adım.

A: Öncelikle bana bu tepkimenin neden süstitüsyon tepkimesi olduğunu açıklar mısın?

ÖA₈: Orada bromu kopardığı için... Alkil halojenür olduğu için S_N1 dedim.

A: Mekanizmayı anlatır mısın?

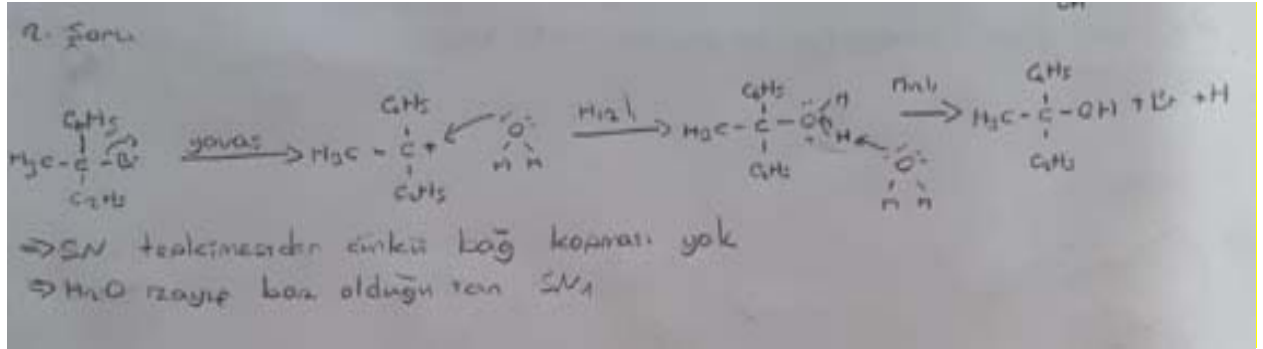
ÖA₈: İlk adımda karbokatyon oluşturmaya çalıştım. CH₂'ye karbokatyon dedim. Karbokatyonum primer diye bunun kararlı yapmamız için sekonder ya da tersiyer

yapmamız gerekiyor. Bunu biliyorum ama tepkimede bu bilgiyi uyarlayamadım. H₂O'yu gördüğüm için ikinci adımda onu ekledim tepkimeye. Bir de hocanın derste anlattığına göre H₂O eklenince H₃O oluşuyordu tepkimede en son. 3. adımda ona ulaşmaya çalıştım ama doğru bir tepkime oluşturamadım.

İkinci soruda verilen S_N1 tepkime mekanizmasına bakıldığında ise kimya öğretmen adaylarının %21.43'ü doğru, %42.85'i kısmen doğru, %28.57'si yanlış cevaplandırmıştır. Kalan %14,3'ü ise soruyu yanıtlandırmamıştır.

Mekanizmaya tam doğru şekilde cevaplayan adaylardan biri olan ÖA₂'nin çalışma yaprağı aşağıdaki gibidir.

Şekil 19. ÖA₂'nin 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₂'nin sesli görüşmelerde 2. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 2. sorunun tepkime türünü nasıl belirledin?

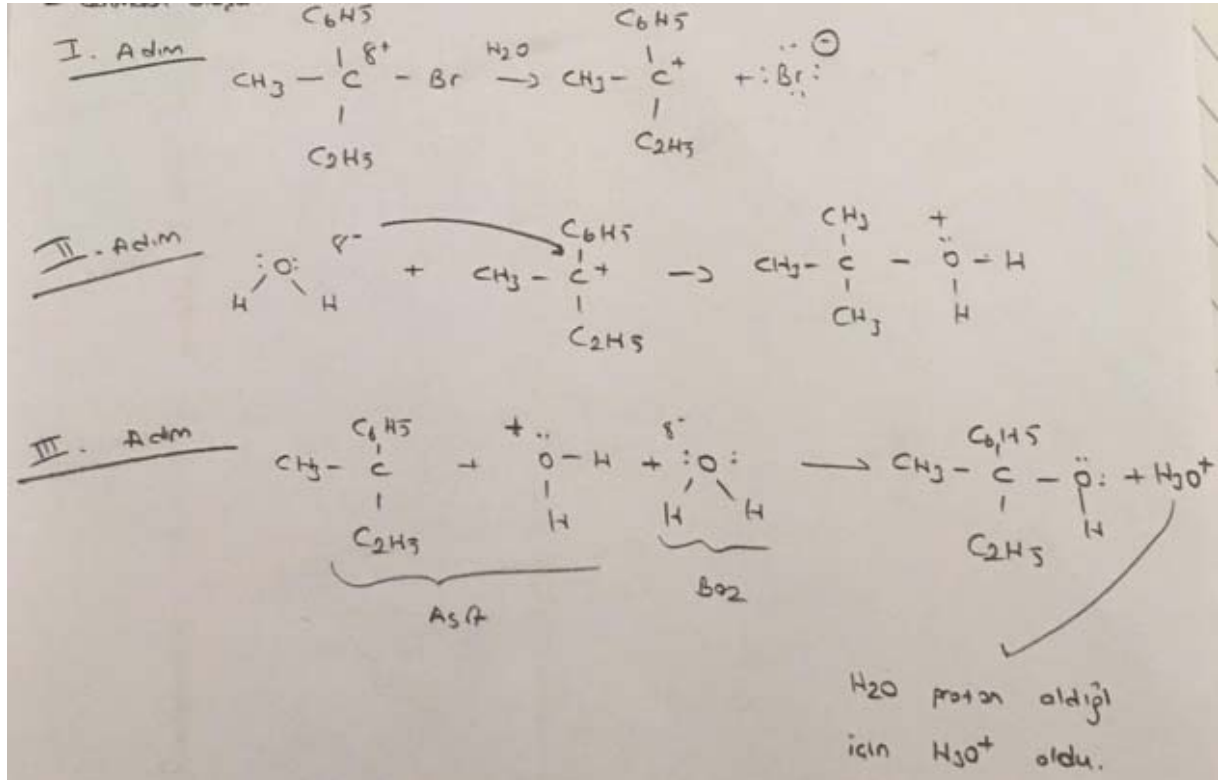
ÖA₂: İkinci soruda da aynı şekilde merkez atomumuzda brom bağlı ve üç farklı CH₃ grubu var. H₂O ile tepkimeye girdiği zaman merkez atomuna OH grubu bağlanmış. Daha sonra brom ve hidrojen oluşmuş. Bunu da S_N1 olarak düşündüm aynı şekilde. Zayıf baz olarak H₂O kullanılmış. Ve bir tane bağ kopup oluşmadığı için yani bağ kopumu olmadığı için eliminasyon tepkimesi değildir dedim. S_N1 tepkimesi olarak düşündüm. Mekanizmasına geldüğimizde aynı şekilde burada brom kopuyor yavaş basamak şeklinde. Karbokasyon oluşuyor. Bu sefer CH₃ kaymasına gerek yok çünkü yapı 3. derece kararlılıkta. Ardından aynı şekilde H₂O saldırıyor. Su saldırdığı zaman bu hızlı basamak oluyor. Karbona bu sefer oksijen bağlı. Oksijene de iki tane hidrojen bağlı. Bu da yapıyı kararsız yaptığı için tekrardan suyun saldırması gerekiyor. 1 mol daha su saldırdığı zaman buradaki hidrojeni koparıyor ve yapımız kararlı hale geçiyor. Bunun yanında brom ve hidrojen oluşmuş oluyor.

A: Bu soruda biz size σ açısı verdik. Bununla ilgili bir fikrin var mı?

ÖA₂: Sanırım bu polarize ışığın yönünü + ve - olarak sağa ve sola döndürüyordu ama soruda nasıl kullanacağımız hakkında bir fikrim yok.

Mekanizmayı kısmen doğru şekilde yazabilen ÖA₁ ve ÖA₉'un cevapları incelendiğinde bazı adımlarda eksiklikler olduğu görülmüştür. Bunlar birinci adımdaki karbon ile ayrılan grup arasındaki bağın koptuğunun eğri ok kullanılarak gösterilmemesi ve bazın proton kopararak alkol oluşumunun eğri ok kullanarak belirtmemesidir.

Şekil 20. ÖA₁'in 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₁'in sesli görüşmelerde 2. soru için yaptığı yorumlar şu şekildedir.

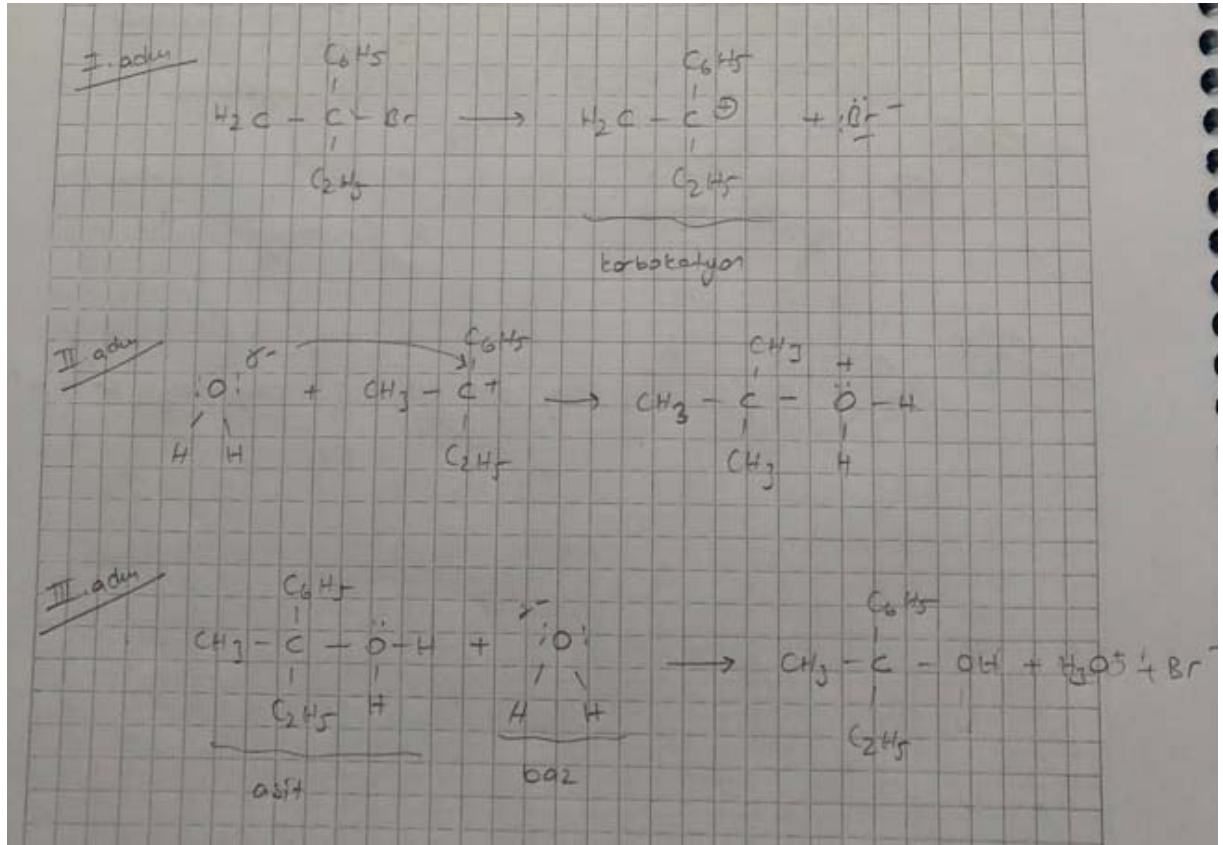
A: İkinci tepkime ile ilgili ne düşünüyorsun?

ÖA₁: Yine S_N1 olarak düşündüm. Güçlü nükleofil brom var. Soruda tek adımdan oluşur demişim ama iki adımda oluşuyor. İlk adımda yine karbokatyonumu oluşturdum. Brom nükleofilimi ayırdım. Yine – yük, + yüke saldırarak. İkinci adımda – yükü + yüke saldırttım. Son olarak da baz ekledim. Baz olarak su ekledim. Zayıf baz. Bu şekilde sondaki ürünü elde ettim.

A: Burada aşağıya bir not yazmışsın orada ne demek istedin?

ÖA₁: Hocam ben daha önceden internetten bir araştırma yapmıştım. Oradan gördüğüm kadarıyla OH bağlayıp alkol elde ettiğim için S_N1 olarak yaptım.

Şekil 21. ÖA9'un 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.



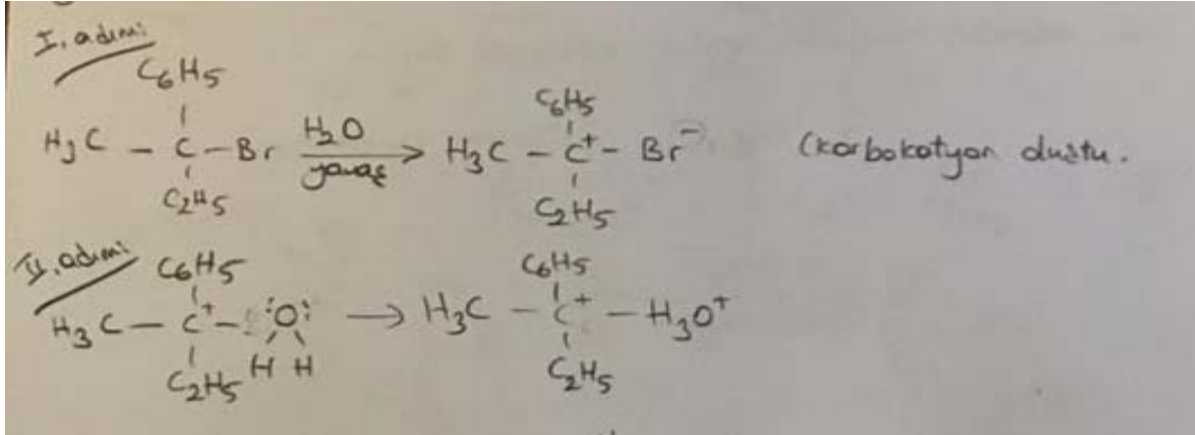
ÖA9'un sesli görüşmelerde 2. soru ile ilgili yorumlar şu şekildedir.

A: 2. soru ile ilgili fikirlerin nelerdir?

ÖA9: Hocam ben burada α derecelerinin ne olduğuyla ilgili ne yorum yapacağımı bilemedim o yüzden de herhangi bir işlem yapamadım. Tepkimenin türüne $\text{S}_{\text{N}}1$ dir dedim. Çünkü kararsız ara ürün olarak H_2O 'yu ve bromu görünce $\text{S}_{\text{N}}1$ tepkimesi olduğunu düşündüm. Mekanizmasına geldiğimizde birinci adımda brom kısmi negatif. Elektronları kendisine çekince bağ kopuyor. Ayrılan grup anyon haline geliyor. Burada da birinci soruda olduğu gibi ilk adımda karbon elektron kaybettiği için karbokatyon oluşumu gözleniyor. 1. Dereceden karbokatyon oluşumu... ama sanırım bunu belirtmemişim... Daha sonra H_2O 'yu ikinci adımda açarak yazmak istedim. Burada da H_2O kısmi negatif olduğu için + yükü çekiyor ve karbonun yapısına katılıyor. En sonda da H_2O 'dan bir tane hidrojen alıp baza bağladım ve H_3O^+ oluşturdum. Bu şekilde yaptım hocam...

Mekanizmayı yazamayan adaylardan biri olan ÖA8'in cevabı incelendiğinde ise mekanizmanın tamamlanamadığı, mekanizmanın birinci basamağı olan karbon ile brom arasındaki bağın kopup bromun bağ elektronlarını alarak molekülünden ayrılmasının ve karbokatyona nükleofilin saldırdığı ikinci basamağa doğru bir şekilde eğri oklar kullanılarak gösterilemediği belirlenmiştir.

Şekil 22. ÖA8'in 2. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA8'in sesli görüşmelerinde 2. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: İkinci soru hakkındaki fikirlerin nelerdir?

ÖA8: Bu soruda da SN1 dedim. Burada da yine tepkimeye brom girdiği için yer değiştirme tepkimesidir dedim. Başlangıçtaki karbon atomu tersiyer olduğu için SN1 dedim. İlk adımda yavaş adımımız bromu koparmaya çalıştım. Karbokasyon oluştu. Sonra suyu ekledim. Bir önceki soruda yaptığım gibi H3O'yu oluşturmaya çalıştım.

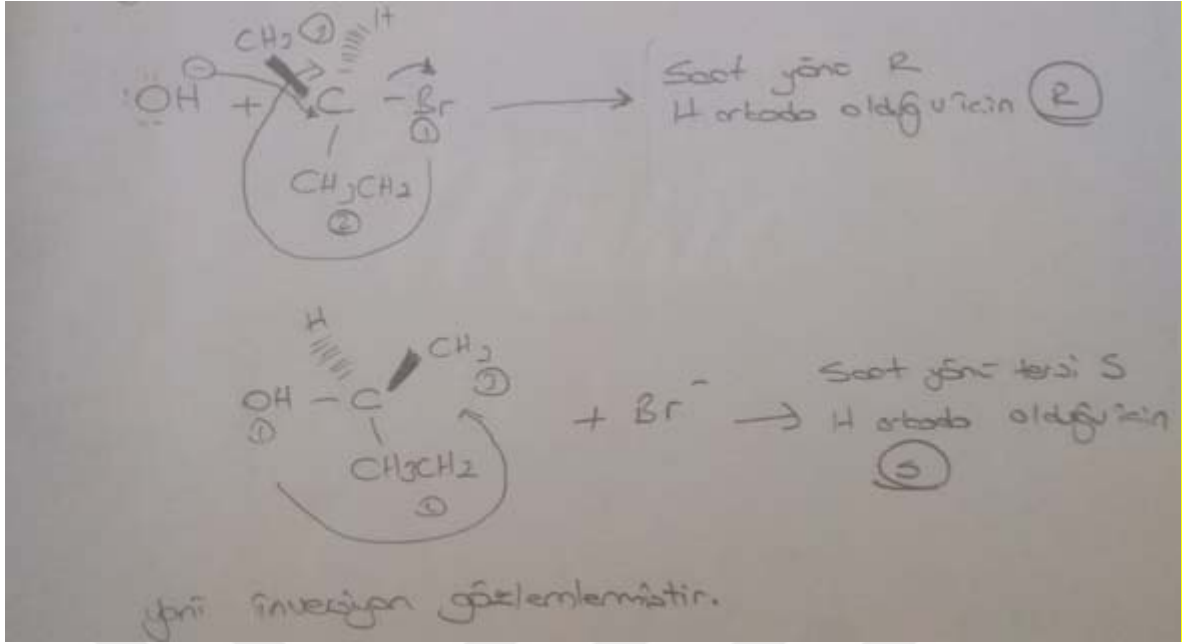
A: Bir önceki sorudaki ile aynı adımları izledin. Sence iki soru da aynı mı?

ÖA8: Evet. Suyu gördüğüm için ikisinde de H3O'ya ulaşmaya çalıştım. Başka bir fikrim yok bu soru ile ilgili malesef.

Üçüncü soruda verilen SN2 tepkime mekanizmasına baktığımızda öğretmen adaylarının %42.85'i doğru, %14.3'ü kısmen doğru, %14.3'ü yanlış cevaplamıştır. Kalan %28.57'si ise boş bırakmıştır.

Mekanizmaya tam doğru şekilde cevaplayan adaylardan biri olan ÖA12'nin çalışma yaprağı aşağıdaki gibidir.

Şekil 23. ÖA₁₂'nin 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₁₂'nin sesli görüşmelerde 3. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 3. Soru ile ilgili ne düşünüyorsun?

ÖA₁₂: Burada bir stereokimya söz konusu. Bu bir S_N2 stereokimyasıdır dedim ben. Bunu dememin sebebi de karbokatyon oluşmaması ve güçlü nükleofilin bulunmasıdır. Buradaki güçlü nükleofilimiz OH. Sonrasında da alkil halojenür koparması var. Bu sebeple bu tepkimeye S_N2 tepkimesi dedim. Daha sonra burada bir inversiyonun yani değişimin söz konusu olduğunu gördüm. Konformasyonun değiştiğini gördüm. Bu değişimden dolayı da S_N2 olduğuna net bir şekilde karar verdim.

A: Burada saat yönüne R demişsin... Bunu neye göre yaptın?

ÖA₁₂: Saat yönü olduğunda R oluyor. Saat yönünün tersi olduğunda da S diyoruz. Konformasyonun değiştiğini böyle anlıyoruz.

A: Buradaki numaralandırmayı neye göre yaptın?

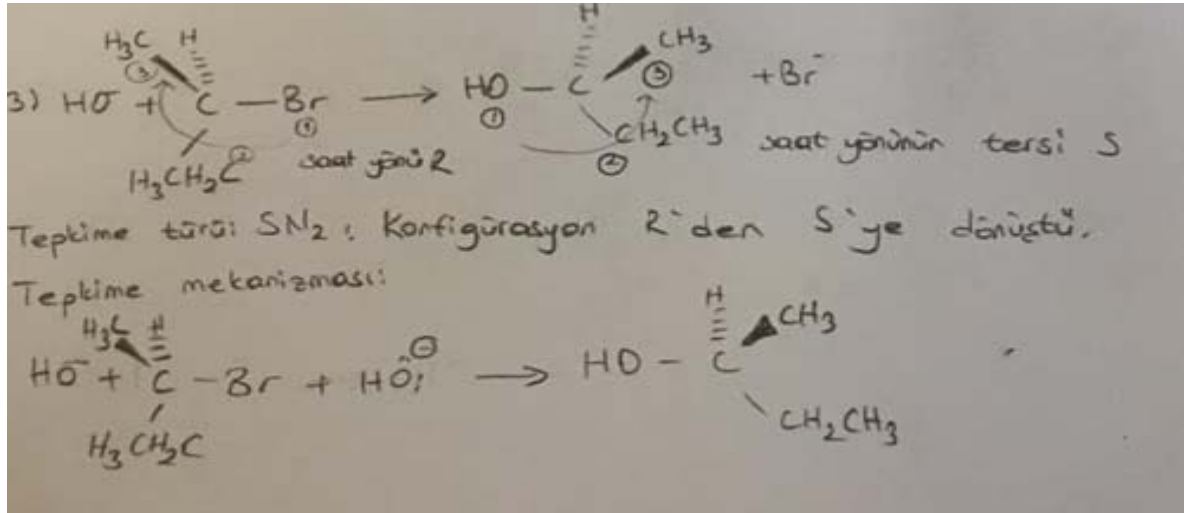
ÖA₁₂: Bu numaralandırmayı molekül ağırlıklarına göre yaptım.

A: Mekanizması hakkında ne düşünüyorsun?

ÖA₁₂: Burada güçlü nükleofil karbona saldırdı. Sonra buradan brom koptu. Daha sonrada oluşan ürünün saat yönünün tersi yönde olduğunu gördüm. R'den S'ye dönüşmüş. Buradan da bir konformasyon değişimi olduğunu anlayınca S_N2 tepkimesi dedim.

Mekanizmayı kısmen doğru şekilde yazabilen ÖA₈ ve ÖA₁₁'in cevapları incelendiğinde bazı adımlarda eksiklikler olduğu görülmüştür. Her iki adayda tepkimedeki konfüğürasyon değişimini görmüş ancak ÖA₈ mekanizmayı eğri oklarla göstermemiş, ÖA₁₁ ise konfüğürasyon değişiminden bahsetmesine karşın R ve S ifadeleri yerine saat yönü ve saat yönünün tersi ifadelerini kullanmış. Ancak bu ifadeleri de yanlış bir şekilde belirtmiştir.

Şekil 24. ÖA8'in 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA8'in sesli görüşmelerde 3. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

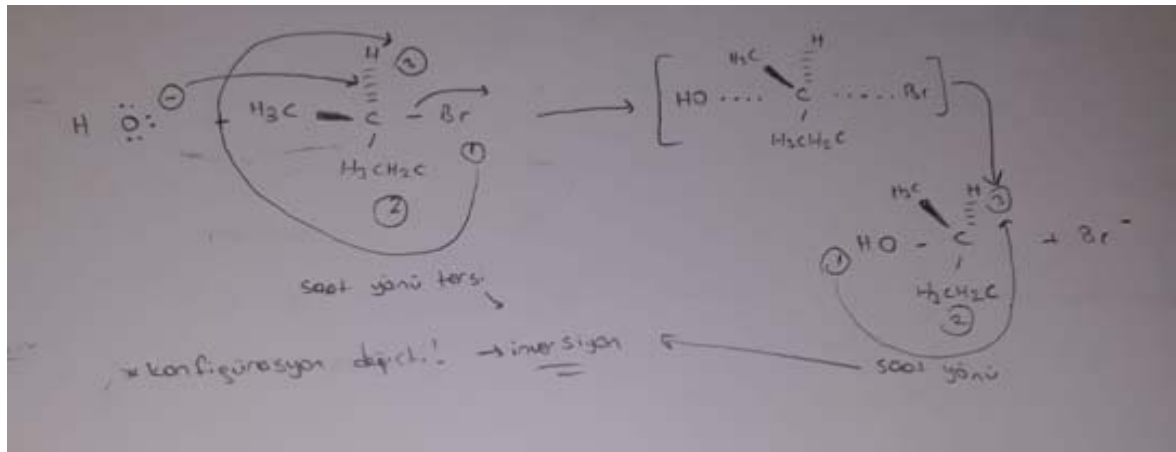
A: 3. Soru ile ilgili ne diyorsun?

ÖA8: Hocam burada stereokimya olduğu için konfigürasyonlarına baktım önce. Numaralandırmaya bromdan başladım. Atom ağırlıklarına göre numaralandırdım. Saat yönünde olduğu için R dedim. Daha sonra ürünlere geçtim. Orada da OH öncelikliydi. Burada da saat yönünün tersi yönündeydi. O yüzden buna da S dedim. R'den S'ye konfigürasyon değişimi olduğu için $\text{S}_{\text{N}}2$ dedim. Mekanizma hakkında çok bir fikrim yok hocam aslında. Bir şeyler yazmaya çalıştım sadece.

A: Mekanizmayla ilgili herhangi bi fikrin varsa açıkla mısın?

ÖA8: Hocam burada konfigürasyon değişimi gördüğüm için tepkime türüne direkt $\text{S}_{\text{N}}2$ dedim. Ancak mekanizmasında bir şey yapamadım. Sadece girenleri ürünlere benzetmeye çalıştım ama onu da yapamadım.

Şekil 25. ÖA11'in 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA11'in sesli görüşmelerde 3. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 3. Soru ile ilgili yorumların nelerdir?

ÖA11: Ben bu tepkimeye $\text{S}_{\text{N}}2$ dedim. Stereokimyadır dedim.. Bunu da şuradan anladım. Koyu kamalı yerler vardı. Onunda üç boyutlu olduğunu anladım.

A: 3. boyutlu olunca nasıl oluyor?

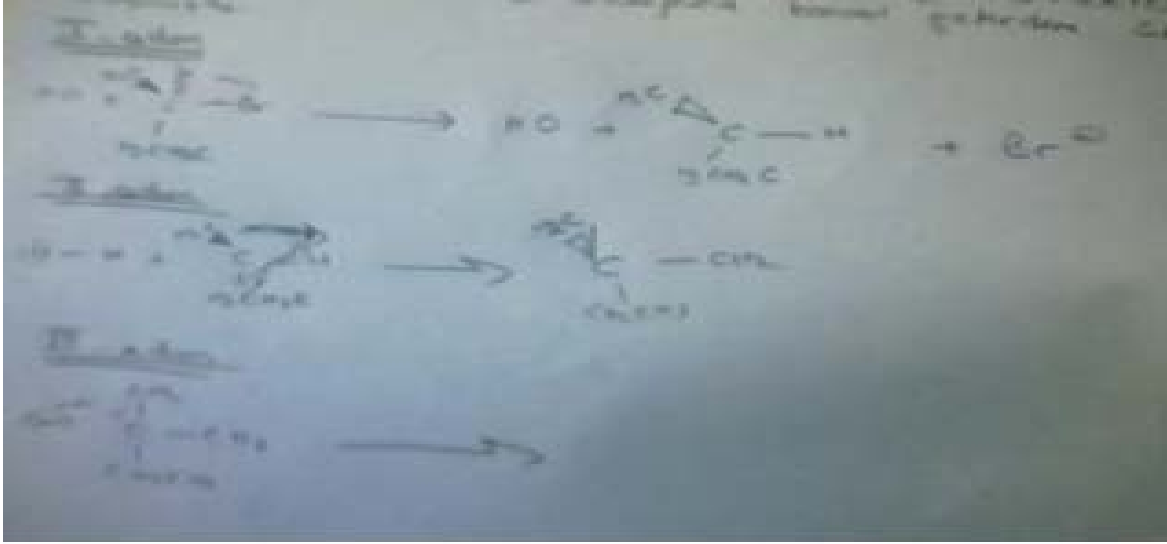
ÖA₁₁: Hocam 3. boyutlu olunca altta çizdiğim şekil gibi saat yönünde mi saat yönünün tersi yönde mi onlara baktım. Onları da kütlelerine göre belirdim. Burada ürünleri saat yönünde bulmuşum yani inversiyon.

A: İnversiyon nedir?

ÖA₁₁: Yani hocam burada konfüğürasyon değişimi var. Konfüğürasyon değişti çünkü. Tepkimeye giren maddenin tam ters konumda oldu. Saat yönünün tersinden, saat yönüne doğru gelmiş. Yine tersiyer yapıda olduğu için kararlıdır dedim ben.

Mekanizmayı yanlış şekilde cevaplayan adaylardan ÖA₃ ve ÖA₉'un cevapları incelendiğinde ise tepkimedeki konfüğürasyon değişiminden bahsedilmemiştir. Mekanizma adımları doğru bir şekilde yürütülememiş ve eğri okları kullanarak tepkime adımlarını doğru bir şekilde gösterememişlerdir.

Şekil 26. ÖA₃'ün 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₃'ün sesli görüşmelerde 3. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 3. soru hakkındaki yorumların nelerdir?

ÖA₃: Şimdi ben burada bir çevrilme olduğunu yazmışım... Yani burada OH giriyor sonra OH bağlanıyor. CH₃ diğer tarafa geçiyor. Br ayrılıyor. Bende bunun bir çevrilme tepkimesi olduğunu düşündüm. Bu S_N1 tepkimesinin özelliği idi. O yüzden S_N1 tepkimesidir dedim.

A: Çevrilme olduğunu nerden anladın?

ÖA₃: Çünkü ilk olarak CH₃ arka tarafta solda duruyor. Daha sonra bromdan tarafa geçiyor bu yüzden. Ben o yüzden iki molekül çevrilmiş gibi düşündüm o yüzden.

A: Anladım. Çevrilme varsa S_N1 mi dedin?

ÖA₃: Evet hocam S_N1 dedim.

A: Orada bir açıklama yapmışsın onu bana okur musun? Ben tam okuyamıyorum.

ÖA₃: Ayrılma gerçekleştiği için buna süstitüsyon tepkimesidir dedim ve S_N1 örneklerine daha çok benziyordu. S_N1 olduğuna kanaat getirdim. Çünkü çevrilme olmuştu.

A: Anladım. Mekanizma adımlarını anlatır mısın?

ÖA3: Anlatırım hocam. Buradaki hidrojenin ilk önce bromu saldırdığını gördüm. Sonra OH'ı ayrıldığını gördüm. Sonra brom ayrıldı. Hidrojen, Bromun yerine gitti. Sonra ikinci adımda da CH₃'ü CH₂ olarak bırakmışım. Alttakini de H₂CH₃ olarak yapıp bir tane hidrojen eksiltmeye çalışmışım sanırım hocam. Sonra bu molekülü OH.... Hocam şuan kafam karıştı. Orada ne yapmışım anlayamadım.

A: Peki burada kafanı karıştıran ne oldu?

ÖA3: Aslında soruyu çözerken kafam karışmamıştı ama şuan karıştı hocam. Görüşmeden önce bakamadım sorulara. Aslında sınav esnasında hemen yapmıştım bu soruyu. 1. ve 2. soruda zorlandım ama bunda zorlanmamıştım.

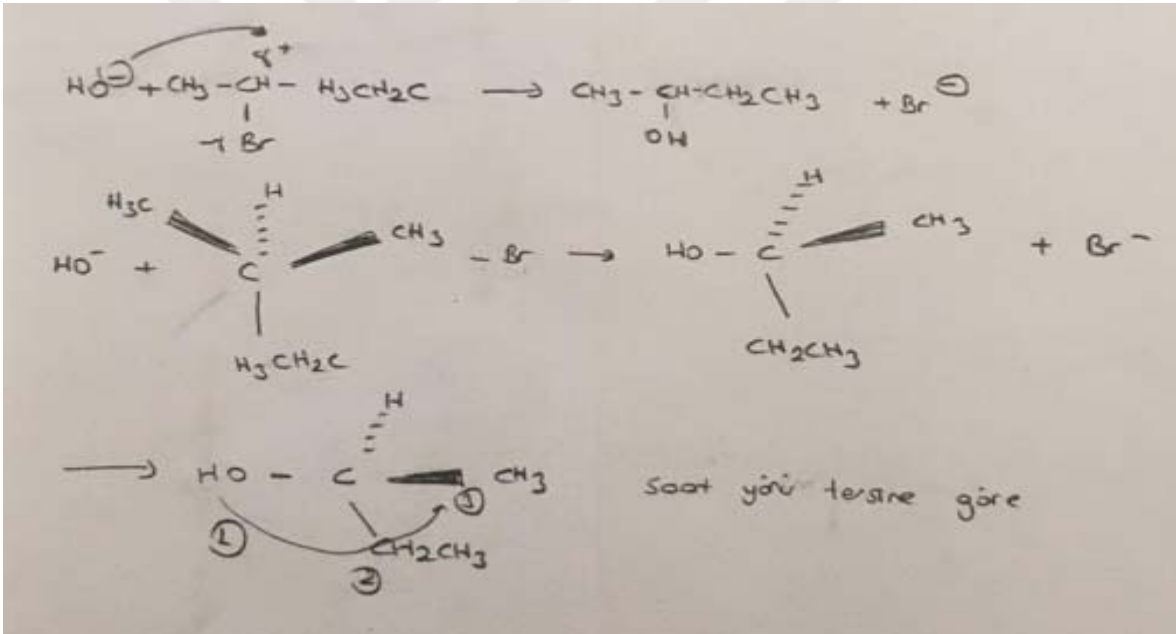
A: 1. ve 2. soruda neden zorlandın?

ÖA3: Onlarda bütün tepkimelere benzettim o yüzden yapamadım ama bunda en azından çevrilme var diye S_N1 dedim. S_N1'e benzettim. Diğer sorularda net bir şey göremediğim için kafam karıştı.

A: Anladım.. Peki orda en son 3. adımda ne yaptın?

ÖA3: 3. Adımda OH'ı oraya bağlamışım sadece. Başka birsey yapamadım.

Şekil 27. ÖA9'un 3. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA9'un sesli görüşmelerde 3. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 3. soruyu nasıl yaptığını anlatır mısın?

ÖA9: Bu soruya baktığımda üç boyutlu olduğunu gördüm ve stereokimya olduğunu anladım. Kararsız ürün olarak OH ve bromu aldım. İki tane kararsız ürün olduğu için de S_N2 tepkimesi dedim. Ayrıca burada OH ve brom yer değiştiriyordu. O yüzden de S_N2 tepkimesi olabileceğini düşündüm.

A: Kararsız olduğuna nasıl karar verdin?

ÖA9: Sanırım OH ve bromun üzerindeki - yüklerden dolayı kararsızdır dedim. Tam emin değilim şuan da.

A: Anladım... Devam edebilirsin.

ÖA₉: Daha sonra burada üç boyutlu değil de normal şekilde göstermek istedim. OH'daki – yük CH'daki + yükü çekti ve OH CH'a bağlanmış oldu. Burada ayrılan grup brom oldu. Daha sonra tekrar üç boyutlu haliyle gösterdim ve saat yönünün tersi yönde olduğunu gördüm.

A: Notlardaki numaraları neye göre verdin?

ÖA₉: Aslında yanlış yazmışım sanırım onu hocam. Saat yönünün tersi belirledim. Bunu da molekül ağırlıklarına göre belirledim ancak okları yanlış yönde göstermişim sanırım.

A: S_N2 olduğuna nasıl karar verdiğini tekrar açıkla mısın?

ÖA₉: S_N2 olduğuna kararsız iki ürün olduğu için ve kararsız ürünlerinde brom ve OH olduğu için karar verdim.

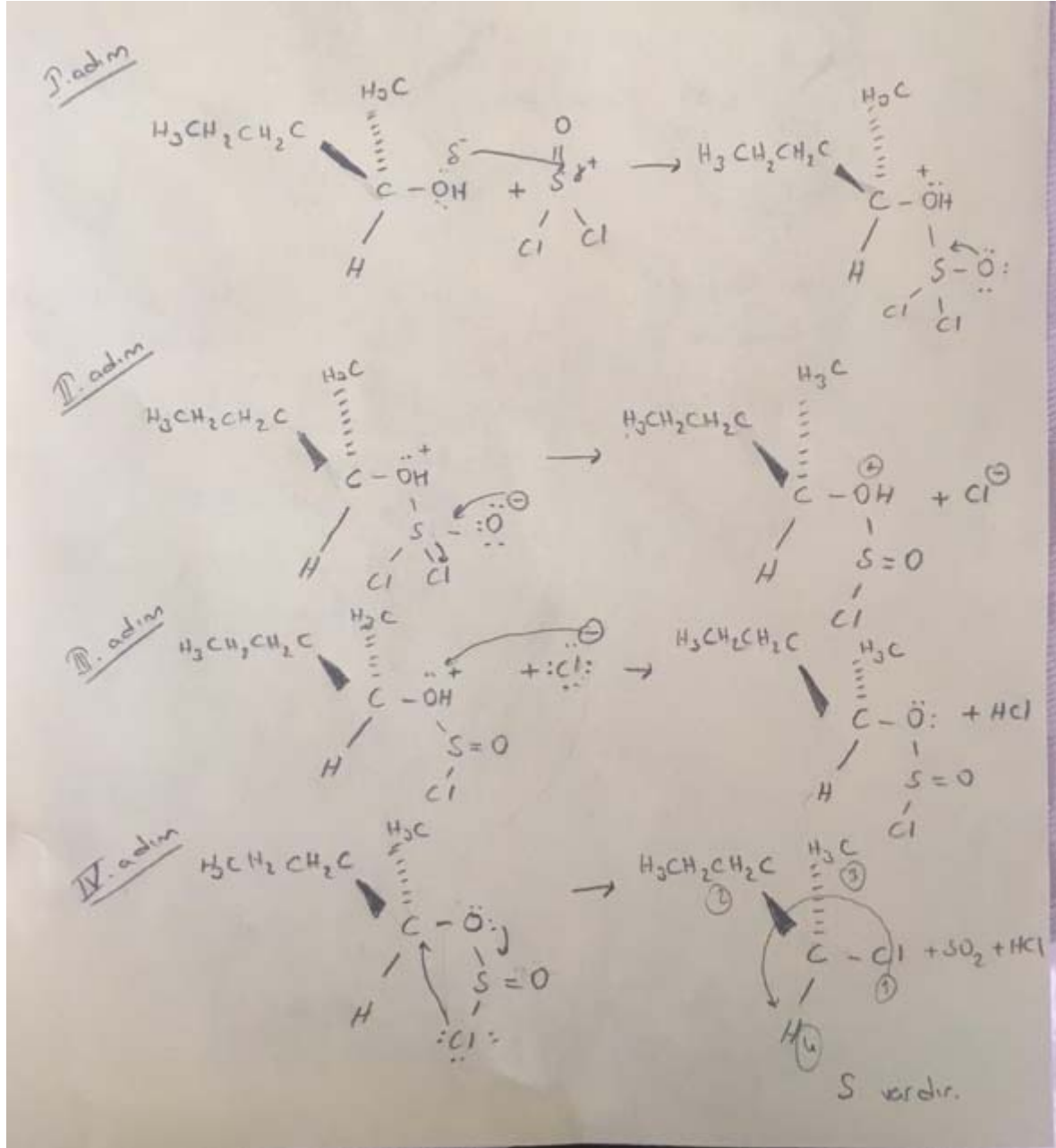
A: Burada saat yönünün tersidir demişsin devamı gelmemiş. Ne yapmak istedin orada?

ÖA₉: Hocam evet oraya kadar yaptım ama ondan sonra bir şey yapamadım.

Dördüncü soruda verilen S_Ni tepkime mekanizmasını incelediğimizde öğretmen adaylarının %21.43'ü doğru, %28.57'si kısmen doğru, % 21.43'ü yanlış cevaplamıştır. Geriye kalan %28.57'lik kısım ise boş bırakmıştır.

Mekanizmaya tam doğru şekilde cevaplayan adaylardan biri olan ÖA₁₃ 'ün çalışma yaprağı aşağıdaki gibidir.

Şekil 28. ÖA₁₃'ün 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₁₃'ün sesli görüşmede 4. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 4. soru ile ilgili düşüncelerin nelerdir?

ÖA₁₃: Bu tepkimeye S_Ni tepkimesi dedim. S_Ni de kolay ayrılmayan grup var. Kolay ayrılmayan grup OH'dır. Zaten S_Ni tepkimesi iç nükleofilik sübstitüsyon tepkimesidir.

A: Kolay ayrılmayan grubu neye göre belirliyorsun?

ÖA₁₃: Sanırım halojen bağlandığı için kolay ayrılmayan grup demişim.

A: Peki bu tepkimeye S_Ni demenin sebebi nedir?

ÖA₁₃: Ben buna tepkimeye SOCl₂ girdiği için S_Ni tepkimesidir dedim hocam.

A: Peki orda SOCl₂'nin özelliği nedir? Görevi nedir?

ÖA₁₃: Halojen olduğu için sanırım...

A: Burada bir de iç nükleofilik demişsin... İç nükleofilik olunca ne oluyor?

ÖA13: S_Ni tepkimesinin iç nükleofilik olduğunu biliyorum ama iç nükleofilik olunca ne olduğunu bilmiyorum hocam...

A: O zaman bana mekanizmayı anlatabilir misin?

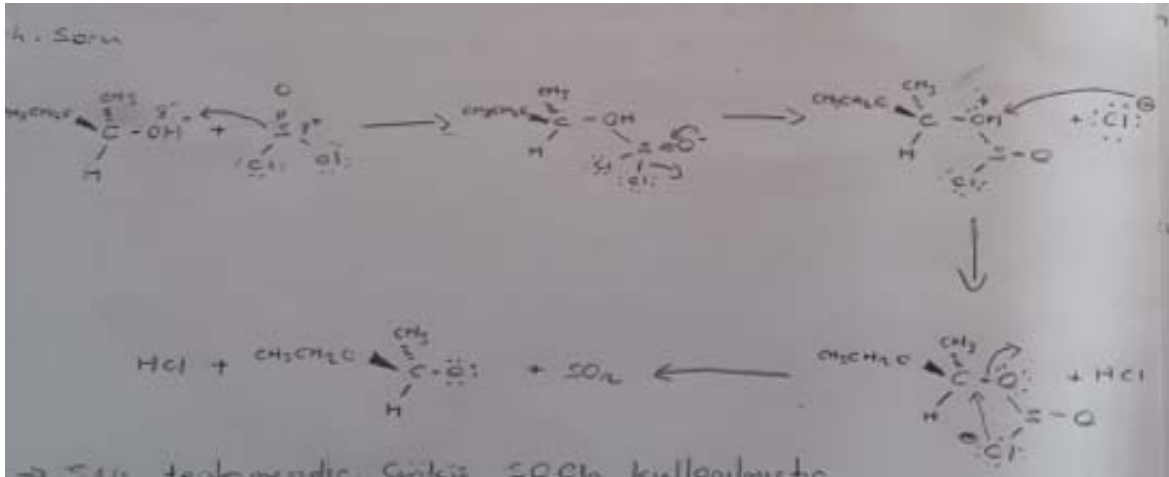
ÖA13: Kolay ayrılmayan bir grup olduğu için SOCl₂'yi kısmi pozitif olarak düşündüm. OH'da kısmi negatif burada. eksi yükten artı yüke saldırarak elektron koparıyor birinci adımda ve OH'a bağlanıyor. OH pozitif yükleniyor. İkinci adımda da oksijen elektron kopartıyor.

A: Neden OH'a bağladın orada?

ÖA13: Çünkü burada klor ayrılacağı için böyle yaptım. İkinci adımda oksijen elektron kopartıyor ve klor çıkıyor. OH pozitif yükleniyor. Klor + yükleniyor. Üçüncü adımda klor - yükleniyor. Eksiden artıya bir saldırı var. OH'a saldırıyor ve hidrojen kopartıyor. Böylece HCl elde ediliyor. Dördüncü adımda da en son klor karbona saldırıyor. Oksijende elektron kopartarak karbona klor bağlanıyor. SO₂ ve HCl oluşuyor. Birde burda stereokimya yapmaya çalışmışım ama şimdi neden yaptığımı anlayamadım.

Mekanizmayı kısmen doğru şekilde yazabilen ÖA2 ve ÖA5'in cevapları incelendiğinde bazı adımlarda eksiklikler olduğu görülmüştür. ÖA2'nin verdiği cevap incelendiğinde tepkimenin birinci basamağında hidroksil grubunun oksijen atomundan kükürt atomuna doğru elektron atığının eğri okla gösteriminin ters yönde olduğu aynı zamanda molekül içerisinde kükürt ve oksijen arasındaki ikili bağın tekli bağ olarak yer verdiği belirlenmiştir. ÖA5'in yazdığı mekanizmada ise molekül içindeki klorun nükleofil gibi davranarak karbon atomuna saldırması eğri ok kullanılarak gösterilememiştir.

Şekil 29. ÖA2'nin 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA2'nin sesli görüşmelerde 4. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 4. Soru hakkındaki fikirlerin nelerdir?

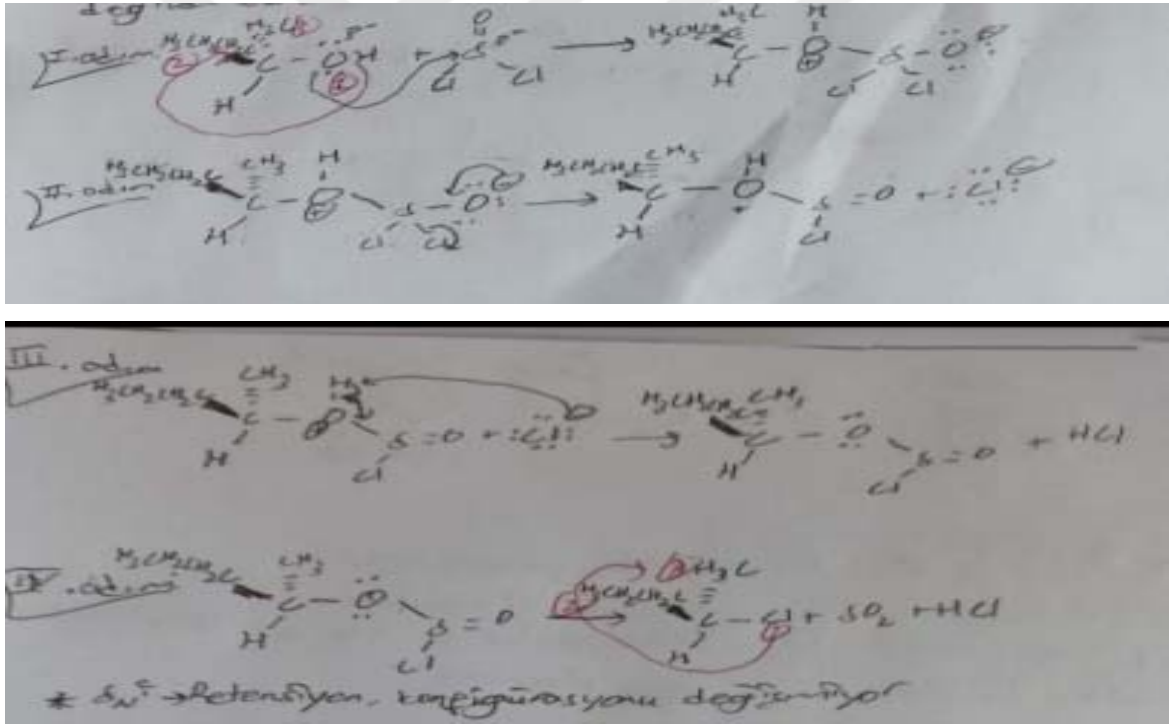
ÖA2: Bu soruda SOCl₂ ile tepkimeye giriyor bileşik... Bunu biz S_Ni tepkimesi olarak öğrendik. S_Ni tepkimesi molekül içinde olan bir tepkimeydi. O yüzden bu şekilde düşündüm. Mekanizmasına baktığımızda ise bileşiğimizdeki OH grubu kısmi negatif, SOCl₂'deki kükürt ise kısmi pozitifdir. Kükürt atomu OH'a

saldırıyor ve burada bir bağ oluşuyor. Kükürt atomu beş tane bağ yaptığı için kararsız oluyor ve buradaki hidrojen üzerindeki – yük, hidrojen ile kükürt arasındaki çift bağın birini koparıyor. Kükürt ile klor atomu arasındaki bağ kopuyor. Bağ koptuğu zaman OH grubuna kükürt grubumuz bağlı. Kükürt grubuna da oksijen ve klor atomu bağlı. Boşta bir tane klor atomumuz var üzerinde negatif elektronlar bulunuyor. Ardından bu klor atomumuz bu sefer OH grubundaki hidrojene saldırıyor. Oksijen burada kısmi pozitif yüklü. Daha sonra HCl oluşuyor. Oksijen kısmi pozitif olarak ortadan kayboluyor. Ardından bundan sonrası için tepkime molekül içinde yürüyor. Kükürde bağlı olan klor atomu karbon atomuna saldırıyor. Karbon ve oksijen arasındaki bağ kopuyor ve bileşiğimiz oluşuyor. HCl ve SO₂ oluşuyor.

A: Burada bir not almışsın. S_Ni olmasının sebebi molekül içinde gerçekleşmiş olmasıdır yazıyor. Burada molekül içinde olduğuna nasıl karar verdin?

ÖA₂: Hani HCl oluşuyor ya son basamaktan bir önceki basamakta. Orada artık tepkimeye dışarıdan bir madde girmiyor. Bileşiğin içindeki klor atomu bileşiğin içindeki karbon atomuna saldırıyor. Dışarıdan herhangi bir şey eklenmiyor.

Şekil 30. ÖA₅'in 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₅'in sesli görüşmelerde 4. soru için yorumu şu şekildedir.

A: 4. soruda neler yaptığını anlatır mısın?

ÖA₅: Bu soruda iç nükleofil olduğuna karar verdim. S_Ni dir dedim. Buna da karar verme sebebim tepkimeye SOCl₂ girdiğini görmemden dolayı... İç nükleofilde şöyle bir şey var. OH grubunu mekanizmadan koparmak kolay olmuyor. Mekanizmadan koparmak kolay olmadığı içinde bizim bunun iç nükleofille halletmemiz gerekir.

A: İç nükleofil nedir?

ÖA5: Hocam OH grubunun kopup yerine halojenin gelmesi kolay değildir. Bu yüzden biz bunu iç nükleofile yani S_Ni ile yapabiliyoruz ancak... OH güçlü bir nükleofil olduğu için daha zor kopar çünkü...

A: Anladım... Mekanizmadan devam edelim mi?

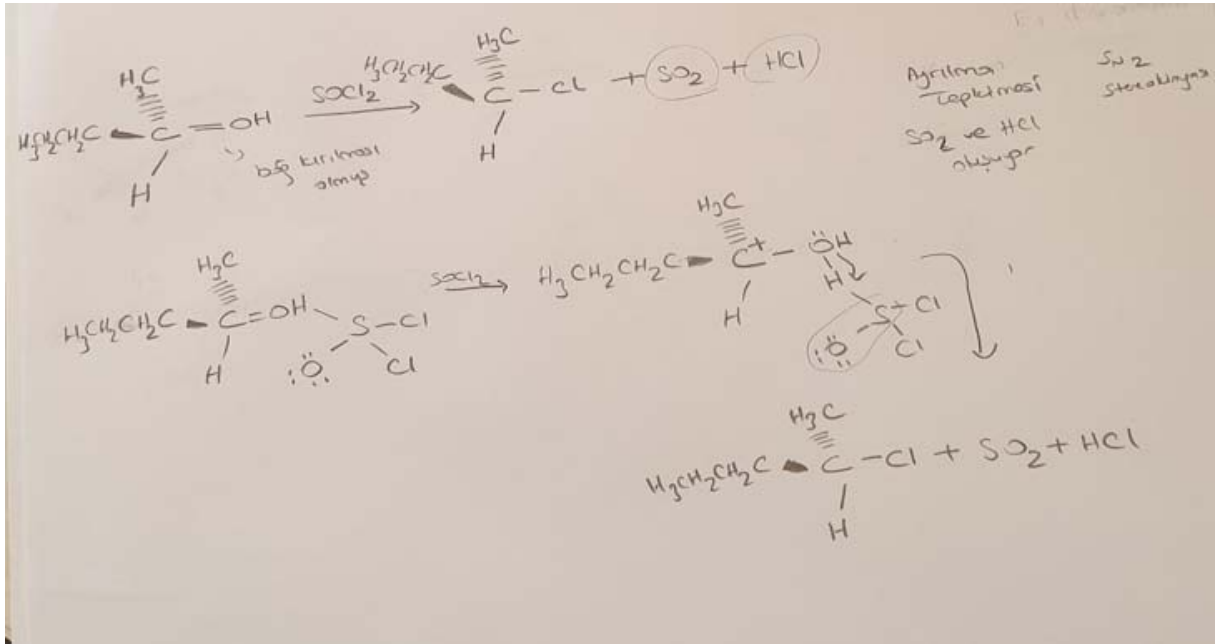
ÖA5: Burada yine molekül ağırlıklarına göre sıralamışım... Saat yönü olarak karar vermişim. Daha sonra OH'a SOCl₂'yi eklemişim. İkinci adımda ise kükürtten klor kopartıp oksijeni çift bağ haline getirmişim... Bu sefer klor – yüklenmiş. Oksijen zaten – iken elektronlarını verdiği için nötrleşmiş. Üçüncü adımda kloru nötrlemek için oksijenin üzerindeki hidrojeni koparmışım. HCl oluşmuş. Dördüncü adımda ise kloru karbona eklemişim oksijeni koparmışım ve SO₂'yi oluşturmuşum. Ayrıca HCl yapmışım.

A: Burada retensiyon yazmışsın. Retensiyon nedir?

ÖA5: Hocam şöyle... S_Ni de retensiyon ilk mekanizma ile sondaki mekanizmanın aynı olmasıdır. Yani değişmemesi... İlk mekanizmamıza baktığımızda saat yönünde olduğunu görüyoruz. O zaman son mekanizmamızın da saat yönünde olması gerekiyor.

Mekanizmayı yanlış şekilde cevaplayan adaylardan biri olan ÖA8'in cevapları incelendiğinde ise hidroksil grubu oksijen atomundan kükürt atomuna doğru gerçekleşecek olan elektron atağına yer verilemediği ve kükürt atomunun oksijen yerine hidrojen atomuna bağlandığı belirlenmiştir. Aynı zamanda ÖA8'in molekülün yapı formülünde de yanlış bir gösterim kullandığı, karbon ve oksijen arasında ikili bağa yer verdiği ve karbon atomunu karbokatyon gibi yorumlayıp + yüklü olarak gösterdiği gözlemlenmiştir.

Şekil 31. ÖA8'nin 4. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA8'in sesli görüşmelerde 4. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 4. Soru için tepkime türüne nasıl karar verdin?

ÖA8: Hocam burada SOCl_2 gördüğüm için $\text{S}_{\text{N}}1$ 'dir dedim. Çünkü derste çözdüğümüz sorularda o şekilde yaptık. Mekanizmasında da OH 'ın burada ortaklanmamış elektronu olduğu için kısmen – dedim. S içinde + dedim. Sonra çift bağ orda kırılıyor dedim. Burada da biraz ezbere yaptım. Doğru olduğundan emin değilim.

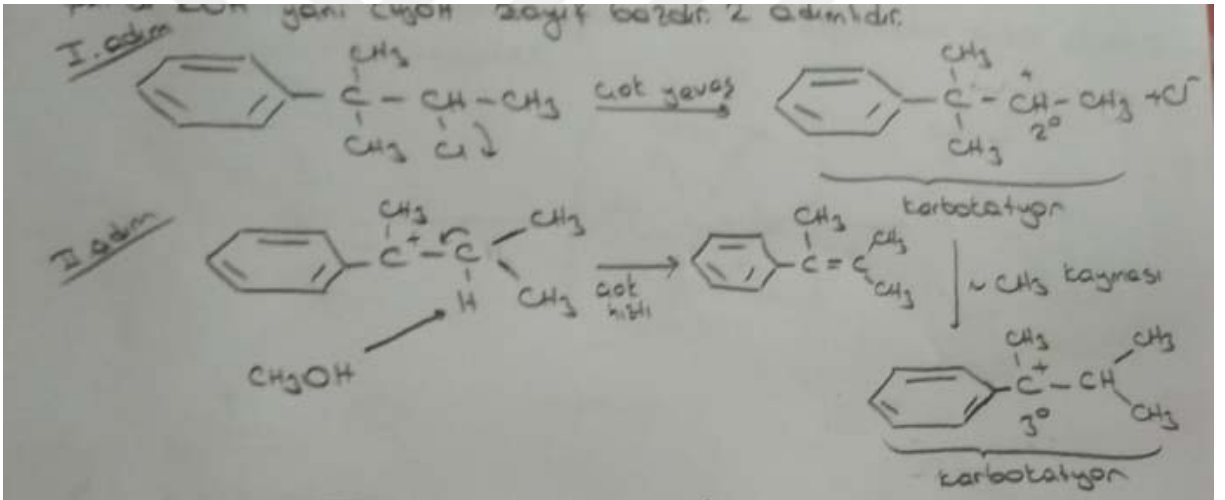
A: Çalışma yaprağında kolay ayrılan grup değildir demişsin. Onu neye göre karar verdin?

ÖA8: Kuvvetli baz olduğu için söyledim. İkinci adımda da kloru koparmaya çalışmışım. Ben yine girenleri ürünlere benzetmeye çalıştım mekanizmada ama çok yapamadım.

Beşinci soruda verilen E_1 tepkimesini incelediğimizde öğretmen adayların % 14.3'ü doğru, %7.14'ü kısmen doğru, %14.3'ü yanlış cevaplamıştır. Adayların %64.3'ü boş bırakmıştır.

Mekanizmaya tam doğru şekilde cevaplayan adaylardan biri olan ÖA14 'ün çalışma yaprağı aşağıdaki gibidir.

Şekil 32. ÖA14'ün 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA14'in sesli görüşmede 5. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 5. soru ile ilgili neler düşünüyorsun?

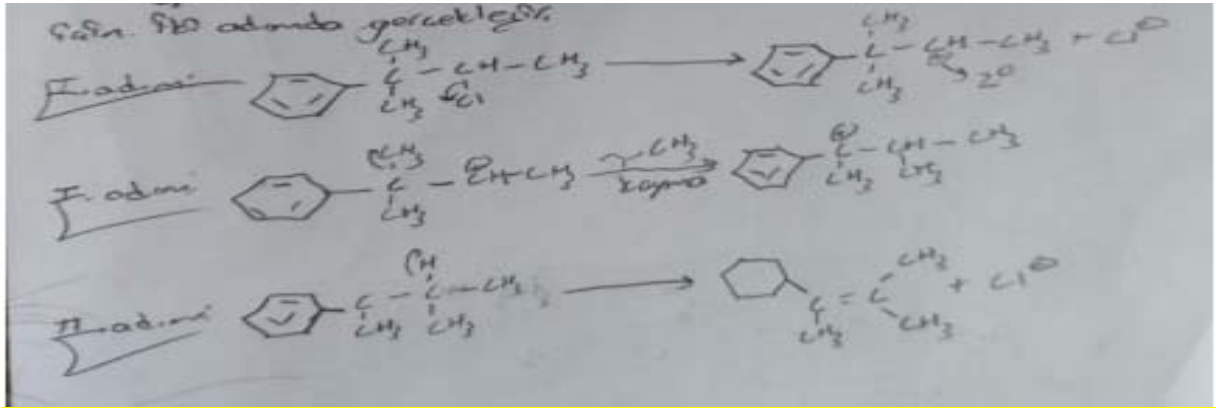
ÖA14: Ben burada tepkimeye giren ve çıkan ürünlere baktım. Çıkan ürünlerde bağlarda bir değişme olmuş bir alken yapısı görünüyor. Burada bir ayrılma var ve ayrılmayla oluşan bir alken yapısı var. Eliminasyon tepkimesi olduğuna karar verdim. E_1 tepkimesine karar verme sebepim de tepkimede CH_3OH yani zayıf baz var. Birinci adım aynı $\text{S}_{\text{N}}1$ deki gibi çok yavaş. Burada öncelikle halojenür yani klor ayrılıyor. Ayrıldıktan sonra bir karbokatyon oluşumu var. Bu karbokatyonu daha kararlı hale getirmek için sekonder konumdan tersiyer konuma getirmek için CH_3 kayması yaptım. Böylelikle tersiyer konumda bir karbokatyon elde ediyorum. Daha sonra bu CH_3OH karbokatyona komşu karbon atomunun hidrojenine saldırıyor. $\text{S}_{\text{N}}1$ den farkı bu aslında. $\text{S}_{\text{N}}1$ de direkt karbokatyona saldırıyor. Burada ise karbokatyona komşu olan hidrojen atomuna saldırıyor. Bu hidrojen atomuna saldırdıktan sonra oradaki karbon atomu bağı kaldığı için çift bağ yapıyor ve böylelikle yapı oluşuyor.

A: Bu tepkimenin eliminasyon tepkimesi olduğunu ilk etapta neye göre karar verdin?

ÖA₁₄: Ben burada alken oluşumu olduğu için eliminasyondur dedim. Tepkimede zayıf baz olduğu için de E1 tepkimesidir dedim.

Mekanizmaya kısmen cevap verebilen öğretmen adaylarından ÖA₅'in çalışma yaprağı aşağıdaki gibidir. Öğretmen adayı CH₃ kaymasından bahsetmesine karşı bunu eğri okla tam doğru bir şekilde gösterememiş, mekanizmanın son adımında ise bazın protona saldırması ve ardından C=C ikili bağının oluşması eğri ok kullanarak gösterilememiştir.

Şekil 33. ÖA₅'ün 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₅'in sesli görüşmede 5. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 5. Soru ile ilgili fikirlerin nelerdir?

ÖA₅: Ben bu tepkimeye E1 dir demişim. Buna da şöyle karar vermişim... aslında E1 ile S_N1 birbirine benziyor. E1 de zayıf baz kullanılıyor S_N1 de ise zayıf nükleofil kullanılıyor. Zayıf baz kullanıldığı için de E1 demişim. E1'de S_N1 gibi iki adımda gerçekleşiyor. Burada bir karbokatyon oluşumu var ve ayrıca bir de kayma yaptırmışım ben burada. Sekonderden tersiyere döndürmüşüm. CH₃ kaymasını yaptırdıktan sonrada ikinci adımda hidrojeni kopartıp bazımızı kullanarak klor elde etmişim.

A: Eliminasyon tepkimesi nedir?

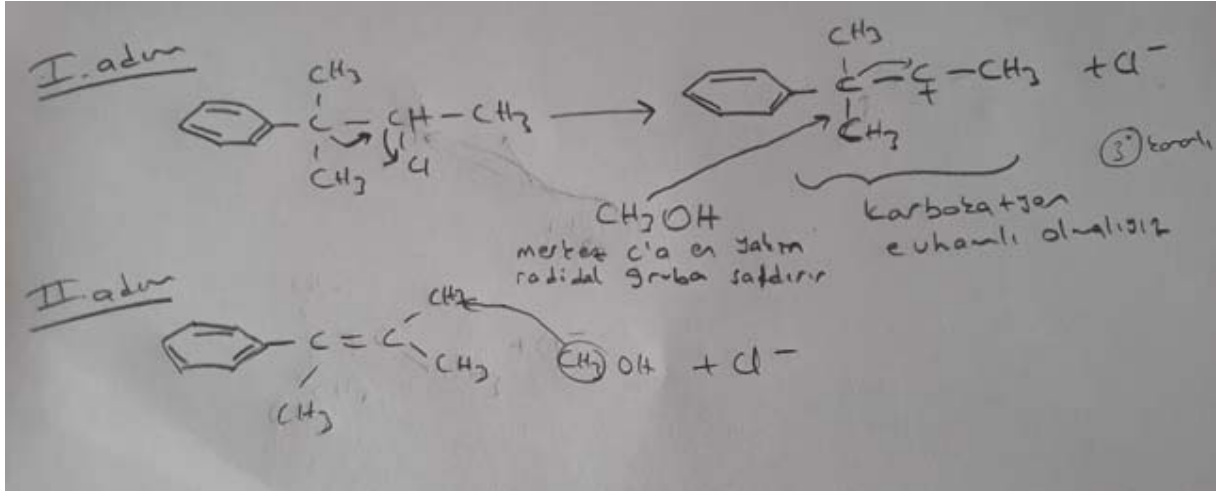
ÖA₅: Bu soruyu açıklayamayacağım hocam.

A: CH₃ kaymasının neden yaptın burada?

ÖA₅: Karbonu sekonder yapıdan tersiyere çevirip daha kararlı hale getirebilmek için hocam. Ama nasıl daha kararlı oluyor onu bilmiyorum.

Mekanizmayı yanlış şekilde cevaplayan adaylardan biri olan ÖA₇'nin cevapları incelendiğinde karbokatyon oluşumunun gösterildiği ancak CH₃ kaymasının belirtilmediği görülmüştür. Ancak tepkime devam ettirilerek sonlandırılmamıştır.

Şekil 34. ÖA7'nin 5. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA7'in sesli görüşmede 5. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 5. soru ile ilgili fikirlerin nelerdir?

ÖA7: Bu tepkimenin öncelikle eliminasyon tepkimesi olduğunu anladım. Çünkü çift bağ alken oluştuğu için bir de klor kopmuş ve yerine başka bir şey gelmediği için eliminasyon tepkimesidir dedim. E1 tepkimesinin olmasının sebebi de zayıf baz olduğu için. OH zayıf bazdır. Tepkime mekanizmasına gelince E1 iki adımda gerçekleşir. İlk adımda klor kopuyordu. İkinci adımda da zayıf baz saldırıyordu. Ama merkez atoma saldırmıyordu. Merkez atoma en yakın radikal gruba saldırıyordu. Burada gösterdiğim gibi önce klor kopuyor sonra burada karbokasyon olduğu için evhamlı olmalıyız dedim. Karbokasyon tersiyer yapıda olduğu için zaten kararlıdır diyerek bir çevirme yapmadım. Burada CH₃ grubunu koyarken kararsızlık yaşadım. Çünkü karbon dört bağ yapıyor. O yüzden CH₃'ü yan taraftaki karbona bağladım.

A: Öncelikle kuvvetli baz ya da zayıf baz olduğuna nasıl karar veriyorsun? Bir kriterin var mı?

ÖA7: Hocam ROH ya da OH grupları kuvvetli oluyor. Ama onlara bir tane hidrojen eklendiği zaman yani ROH ya da H₂O olduğu zaman zayıf baz oluyor. Öyle biliyorum.

A: Peki sence onu belirleyen bir faktör var mı?

ÖA7: Hocam bazlar OH verir, asitler H verir. Onlardan yola çıkarak böyle bir yorum yapabiliyorum.

A: Peki... Bu karbokasyonu oluşturduktan sonra tersiyer karbokatyondur dedin. Kararlı demişsin... Bu CH₃OH'ı bir yere saldırmışsın. CH₃OH'ın oradaki görevi nedir? Ne yapıyor o orada?

ÖA7: CH₃OH eliminasyon tepkimelerinde direkt merkez karbona saldırmıyordu. Merkez karbona en yakın radikal gruba saldırıyordu. Oradan halojenürü koparıyordu. Onu göstermeye çalıştım.

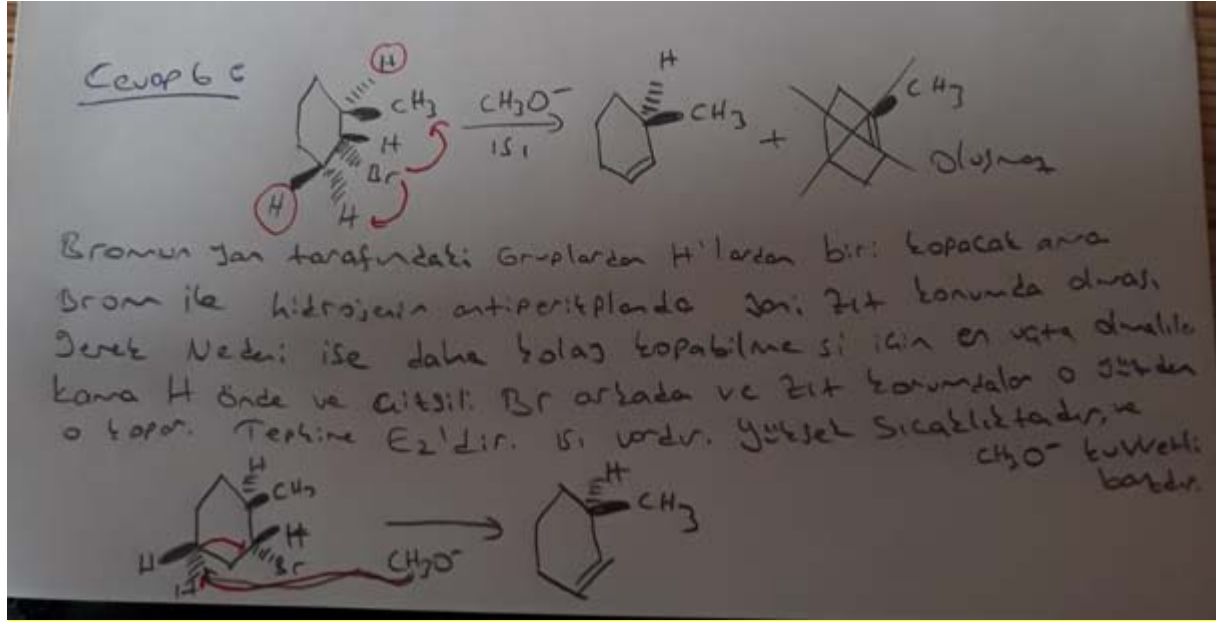
A: Buradan ne kopardı CH₃OH? Halojen yok çünkü...

ÖA7: Sanırım klor atomunun koparılışını öyle göstermek istedim. Klor merkez atomun yanındaki atoma saldıracağını düşündüm ama nasıl saldıracağını bende açıklayamadım hocam.

Son olarak altıncı soruda verilen E2 tepkimesine baktığımızda, öğretmen adayların %21.43'ü doğru, % 28.57'si kısmen doğru, % 14.3'ü yanlış cevaplamıştır. Kalan % 35.7'si ise boş bırakmıştır.

Mekanizmaya tam doğru şekilde cevaplayan adaylardan biri olan ÖA₇ 'nin çalışma yaprağı aşağıdaki gibidir.

Şekil 35. ÖA₇'nin 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₇'in sesli görüşmede 6. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 6. Soru ile ilgili düşüncelerin nelerdir? Tepkime türünü neye göre belirledin? Mekanizması hakkında neler düşündün?

ÖA₇: Burada öncelikle okun üzerinde ısı yazıyor. Yüksek sıcaklık eliminasyon, düşük sıcaklık sübstitüsyon özelliği idi. O yüzden buradan öncelikle eliminasyon olduğunu anladım. CH_3O^- kuvvetli bir bazdır. Kuvvetli bir baz olduğu içinde E2 tepkimesidir diye düşündüm. Bromu en zıt konumda olan hidrojenin kopması gerekir. Baktığım zaman brom çizgili önde. Hidrojen ise kamalı yani önde. O kopacak diye gösterdim. Saldırmayla kopma tek adımda gerçekleşmiş. Kuvvetli bazın saldırmasını ve bromun kopmasını aynı anda göstermeye çalıştım.

A: Kısaca belirtirsen sen bu tepkimenin eliminasyon tepkimesi olduğunu nasıl anladın?

ÖA₇: Kuvvetli baz ve ısı vardı tepkimede. Bende o yüzden E2 tepkimesidir dedim.

A: Mekanizmaya geçtiğimizde kuvvetli baz CH_3O^- hidrojene saldırdı. Sonra hidrojeni kopardı. O bağ elektronları nereye gitti ne yaptı?

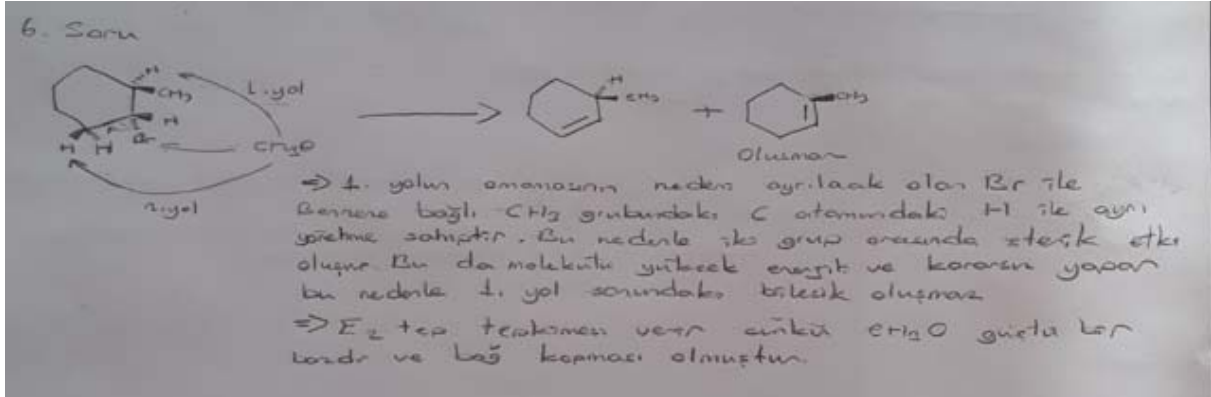
ÖA₇: H kopunca orada bir çift bağ oluştu. Üstte zaten hidrojen ve CH_3 grubunu aynı bıraktım. Ardından da brom koptu. Onu yazmayı unutmuşum. Zaten yerine de başka bir şey bağlanmıyordu.

A: Biraz önce zıt konumda olmaları gerekiyor dedin... Neden zıt konumda olmaları gerekiyor?

ÖA₇: Çünkü en uzak konumda daha kolay kopabilmesi için yani.

Mekanizmayı kısmen doğru şekilde yazabilen ÖA₂ ve ÖA₁₁'in cevapları incelendiğinde bazı adımlarda eksiklikler olduğu görülmüştür. Her iki adayda da mekanizmalara yapılan yorumların doğru ancak mekanizma gösterimlerinin ve eğri oklarının yanlış olduğu gözlemlenmiştir. ÖA₂, CH₃O⁻'nin elektron vererek saldıracağı hidrojen atomu seçimi doğru olmasına karşın Bromür iyonunun kopmasını gösterememiştir. ÖA₁₁ ise yaptığı doğru yoruma rağmen doğru hidrojen atomunu seçememiş ancak bromür iyonunun koparılmasını doğru bir şekilde eğri ok ile göstermiştir.

Şekil 36. ÖA₂'nin 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₂'nin sesli görüşmelerde 6. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

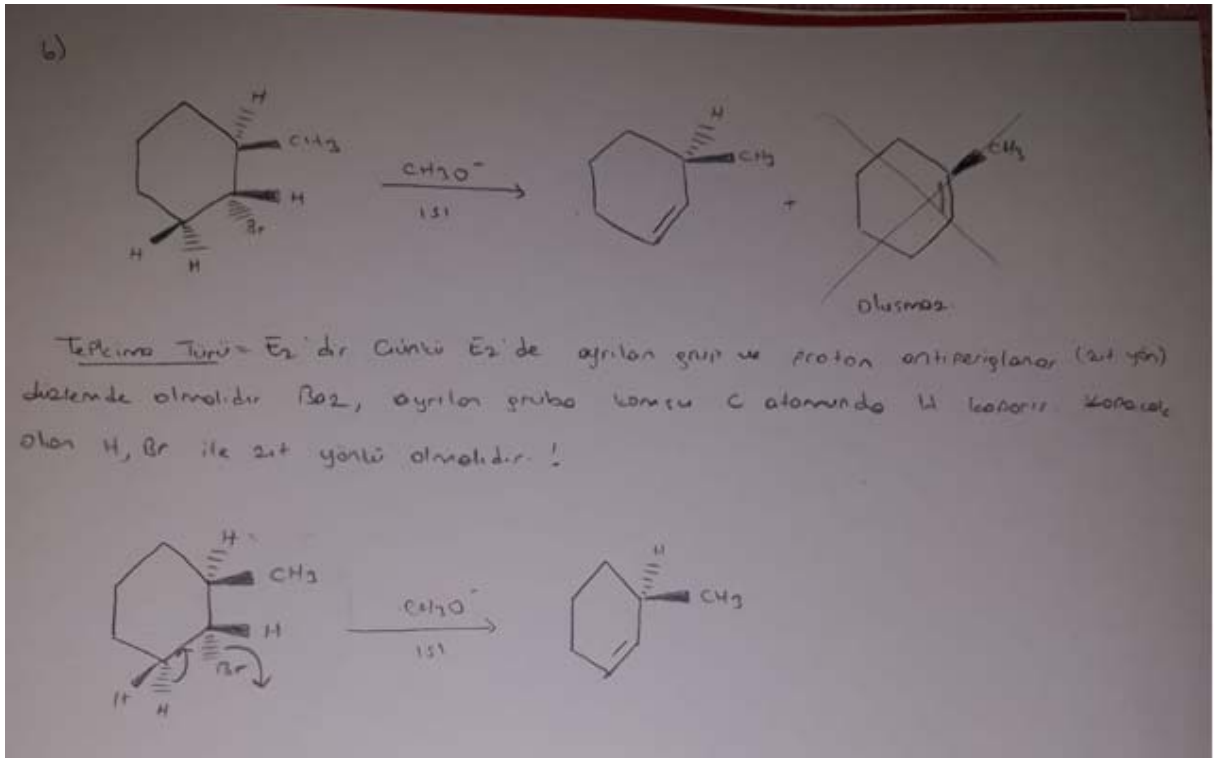
A: 6. Soruda neler yaptın?

ÖA₂: ... Sınava çalışırken sikloheksan halkasında devrilme olduğu zaman diaksiyel konum, sterik etki konusunda biraz aşinalığım var. Mekanizmasına baktığımda bir tane halkamız var. Halkamıza CH₃O⁻ saldırıyor. Bu sefer kuvvetli bir baz ve tepkime sonucunda bir tane çift bağ oluşmuş. Kuvvetli baz olduğu için ve bağ kırılıp tekrardan bağ oluştuğu için ben buna E2 dedim. Şimdi CH₃ iki farklı noktadan saldırabilir. Birincisi bromun iç tarafında olan CH₃ ve hidrojen olan tarafından karbon atomuna saldırabilir. Bir de bromun sol tarafında olan karbon atomuna bağlı olan H-H bağına saldırabilir. Birinci yolu seçmemesinin nedeni ayrılacak olan brom ile benzene bağlı CH₃ grubundaki karbon atomundaki hidrojen ile aynı yönelime sahip. Yani ikiside yukarı yönde. Bu nedenle iki grup arasındaki sterik etki oluşuyor. Bu sterik etki de bileşiği daha kararsız hale getiriyor ve enerjisini yükseltiyor. Bu da birinci yoldan bileşik oluşmamasına sebep oluyor.

A: Sterik etki nedir?

ÖA₂: Şimdi mesela sikloheksan halkası vardı. Aksiyel ve ekvotarl konumlar vardı. Bu sikloheksan halkasındaki aksiyel konumda mesela iki tane hidrojen olsun ya da CH₃ olsun. Bunlar birbirleriyle aynı yönde oldukları için sterik etki oluşuyor. Bu da molekülü yüksek enerjili ve kararsız hale getiriyordu. O yüzden molekül bu yönelime sahip olmayı tercih etmiyordu. O yüzden molekül ters yönde olan daha az enerjili yapıyı tercih ediyordu. Bu yüzden birinci yoldan tepkime oluşmuyor.

Şekil 37. ÖA₁₁'in 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₁₁'in sesli görüşmelerde 6. Soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 6. soruya için fikirlerin nedir?

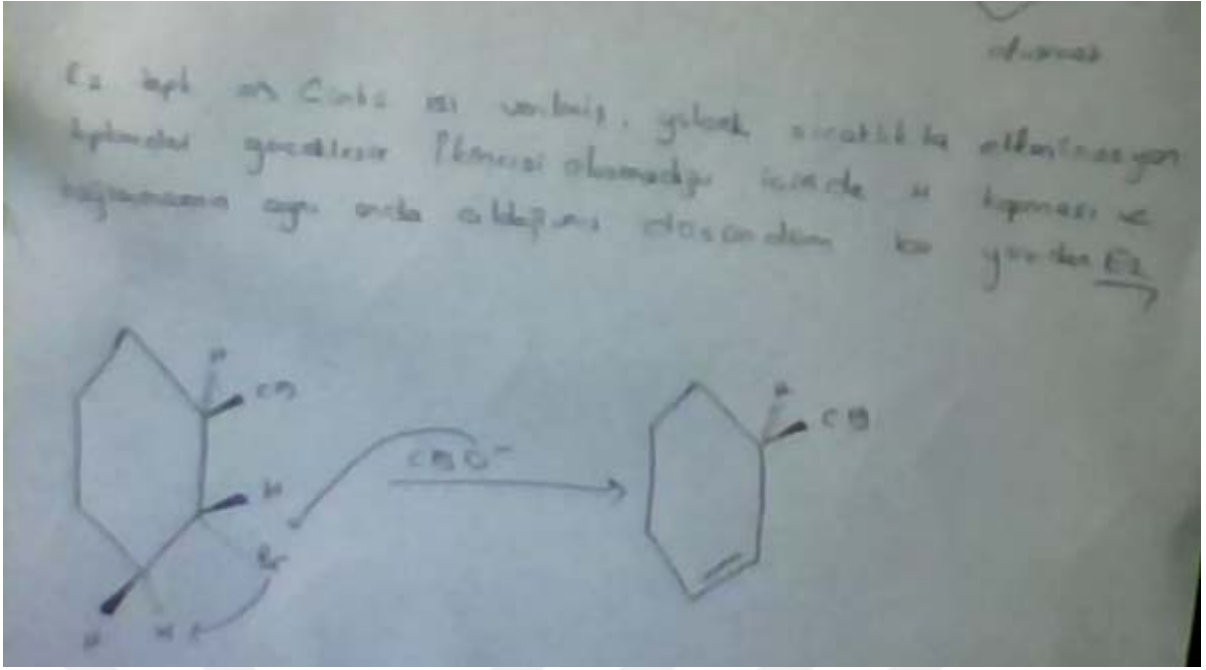
ÖA₁₁: Bu soruya E2 dedim. Çünkü ayrılan grubun zıt yönlü olması gerekir. Bazı ayrılan grubun komşu atomundan H koparacak. Kopacak olan hidrojen, brom ile zıt yönde olmalı.

A: Neden zıt yönlü olmalı?

ÖA₁₁: Ayrılan grupla zıt yönde olursa daha kararlı olur diye düşündüm. Aşağıdaki koparsa oluşan ürünü elde edemeyecektik. Zıt yönlüsünü koparınca direkt elde ediyoruz ürünümüzü. Buradaki brom kopunca diğer yandaki hidrojen kopacak. Aşağıda çiftli bağ oluşacak. E2 deyince zıt yönlü olması gerek diye kaldı aklımda. Bu şekilde fikir yürütebildim.

Mekanizmayı yanlış şekilde cevaplayan adaylardan biri olan ÖA₃'ün cevapları incelendiğinde, hem mekanizma için yapılan yorumun yanlış olduğu hem de mekanizmanın eğri oklar ile gösterimin yanlış olduğu belirlenmiştir. ÖA₃'ün aynı zamanda bazı, protona değil de ilk olarak ayrılan gruba atak yapacak şekilde gösterdiği gözlemlenmiştir.

Şekil 38. ÖA₃'ün 6. sorusuna ait çalışma yaprağı.



ÖA₃'ün sesli görüşmede 6. soru ile ilgili yorumları şu şekildedir.

A: 6. Soruyu açıklayabilir misin?

ÖA₃: Soruya baktığımda alken var ve tepkimede yüksek sıcaklık verilmiş. Yüksek sıcaklık varsa eliminasyon tepkimesidir dedim. Hidrojen kopması ve bağlanmasının aynı anda olduğunu gördüm. Burada hidrojen kopmuş ve çiftli bağ oluşmuş. Bundan dolayı tek basamaklı olduğunu düşündüm ve E2 tepkimesidir dedim.

A: Mekanizma hakkında yorum yapabilir misin?

ÖA₃: Mekanizmaya gelince çok bir şey yapamadım açıkçası. Sadece bromun yerini değiştirdim. Ürünlerde çiftli bağ oluştuğu için E2 dedim. Ama nasıl oluştuğu hakkında çok yorum yapamadım.

A: Neden yorum yapamadın? Mesala bu soruda aklını karıştıran şey ne oldu?

ÖA₃: Bu benim organikteki genel sorunum aslında hocam. Neyin nereye saldıracağını, nasıl bağlanacağını bilemiyorum. O yüzden yorum yapamıyorum. Mesela burada brom bir yere saldırıyor ama bunun sonucunda nasıl bir şey oluşacak nasıl çiftli bağ oluşacak onu bilmiyorum.

Araştırmanın 3. alt problemi doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının hem çalışma yapraklarında hem de sesli görüşmelerde eliminasyon ve sübstitüsyon tepkimelerine verdikleri cevaplarda ne tür öğrenme zorlukları olduğu belirlenmiştir. Bu öğrenme zorlukları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Tepkime Türlerine Ait Öğrenme Zorlukları

Öğrenme Zorlukları	Tepkime Türleri
Sembolik eğri okları anlamlandıramama	S _N 1, S _N 2, S _N i, E1, E2
Karbokasyon kararlılığının belirlenememesi	S _N 1, E1
Rasemik karışımın yorumlanamaması	S _N 1
Konfüğürasyon değişiminin belirlenememesi	S _N 2
Metil kaymasının belirlenememesi	S _N 1, E1
Sikloheksan halkalarında diaksiyel pozisyondaki atomların belirlenememesi	E2
Bağ kopumu ve bağ oluşumlarının gösterilememesi	S _N 1, S _N 2, S _N i, E1, E2

Bu öğrenme zorlukları incelendiğinde ilk eğri okları anlamlandıramama öğrenme zorluğunda, özellikle öğretmen adaylarının mekanizmaları yazarken eğri oklara, mekanizma adımlarında yer vermedikleri, elektron hareketini eğri oklarla yanlış atoma doğru yaptıkları belirlenmiştir.

İkinci öğrenme zorluğu olan karbokasyon kararlılığındaysa öğretmen adayları özellikle tersiyer ve sekonder karbokasyon atomlarını birbirlerine karıştırdıkları ya da karbokasyonu belirleyemedikleri gözlemlenmiştir. Karbokasyon gösteriminde de hatalar olduğu belirlenmiştir.

S_N1 tepkimesi ile ilgili olan rasemleşme ile ilgili öğrenme zorluğunda ise öğretmen adaylarının özellikle spesifik çevirme açılarını kullanarak rasemik bir karışımın oluştuğunu yorumlayamadıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının hiç birinin bu özelliği yorumlayamaması dikkat çekici olmuştur.

S_N2 tepkimesi ile ilgili olan konfüğürasyon değişimi özelliğinde ise kimya öğretmen adaylarının bu değişimi yorumlayamadıkları, R ve S gösterimlerine yer veremedikleri, R ve S gösterimlerine yer verildiği durumlarda da bunların yanlış bir şekilde ifade edildiği belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının hem S_N1 hem de E1 tepkimelerinde kararlı karbokasyon oluşumunun gerçekleşmesindeki adımlardan biri olan CH₃ kaymasını yorumlayamadıkları belirlenmiştir. Bu durum aynı zamanda öğretmen adaylarının karbokasyon kararlılığını da tam olarak yorumlayamadıklarının bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Kimya öğretmen adaylarının zorlandıkları noktalardan bir diğeri ise E2 tepkimesinde antiperiplanar yönelim için hidrojen ve ayrılan grubun diaksiyel pozisyonda olması gerekliliğidir. Öğretmen adaylarının özellikle hidrojen ve ayrılan grubun trans pozisyonda olmaları gerektiğine dikkat etmedikleri ve doğru atomları saptayamadıkları belirlenmiştir.

Son olarak öğretmen adaylarının tüm tepkime türlerinde ortaya çıkan öğrenme zorluğu bağ kopması ve oluşumunun tam olarak belirlenememesi olmuştur. Bu durum öğretmen adaylarının tepkime mekanizmalarının doğasını, nükleofil ve bazın kuvvetini tam olarak ayırt edememesinden ve ortamdaki türlerin nasıl etkileşime gireceğini tam olarak yorumlayamamasından kaynaklı olabilir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Kimya öğretmen adaylarının eliminasyon ve süstitüsyon tepkimelerini nasıl organize ettikleri, tepkimeleri nasıl sınıflandırdıkları ve bu süreçte ne tür öğrenme zorluklarına sahip olduklarını belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada özellikle öğretmen adaylarının tepkime türü ve mekanizmaları ile ilgili temel kavramlarda önemli eksikliklerin olduğu belirlenmiştir. Bu kapsamda hem çalışma yapılarında hem de sesli düşünme tekniğinde elde edilen nitel veri analizi sonuçlarında öğretmen adaylarında şu noktalarda öğrenme zorluklarının mevcut olduğu belirlenmiştir. Bunlar;

- Karbokasyon oluşumunun gösterilememesi,
- Karbokasyon oluşumunun görülmesi ancak bunun sembolik olarak gösterilememesi,
- Kararlı karbokasyon oluşumu için molekülde metil kaymasının gerektirdiği moleküler düzenlemelerin gösterilememesi, (metil kaymasının görülememesi ya da görüldüğü halde doğru gösterilememesi)
- Tepkimeye giren nükleofilin gösteriminde yanlışlıklar,
- Bazı eğri okların eksik ya da yanlış gösterilmesi,
- Rasemleşmenin spesifik çevirme açısı bağlamında yorumlanamaması,
- Zayıf bazın Lewis gösterimi ve bağlanma şeklinde eksiklikler ve yanlışlar,
- Karbon ile brom arasındaki bağın kopup bromun bağ elektronlarını alarak molekülden ayrılmasının gösterilememesi,
- Konfüğürasyon değişimi görülememesi,
- Konfüğürasyon değişiminin görülmesi ancak R (saat yönünde) ve S (saat yönünün tersinde) şeklinde yanlış belirtilmesi,
- Stereokimyasal bazı kavramların birbiri ile karıştırılması (konfüğürasyon yerine konformasyon kavramını kullanmaları),
- Tepkimeye katılan SOCl_2 'nin görülüp ezbere bir şekilde tepkime türünü belirlenmesi ancak mekanizma hakkında fikir yürütülememesi,
- Molekül içindeki klor atomunun nükleofil gibi davranarak karbon atomuna saldırmasının gösterilememesi,
- CH_3OH 'ın saldıracağı atomun doğru bir şekilde belirlenememesi,

- Tepkimede yer alan bazın protona saldırması ve ardından C=C ikili bağının oluşmasının eğri ok kullanılarak gösterilememesi,
- Kuvvetli baz olan CH_3O^- iyonunun hangi protonu koparacağını belirlenememesi,
- Ayrılan grup ile diaksiyel pozisyonda olması gereken doğru hidrojen atomunun seçilememesidir.
- Sübstitüsyon ve eliminasyon tepkimelerini sembolize eden sembollerin yanlış gösterilmesi ($\text{SN}1$ 'in $\text{S}_{\text{N}}1$, $\text{S}_{\text{N}}1$, S_{N}^1 şeklinde gösterilmesi gibi).

Araştırmada ortaya çıkan sonuçlardan bir diğeri de Öğretmen adaylarının tepkime mekanizmalarını yazmada tepkime türlerini belirlemeleri kadar başarı gösteremedikleri olmuştur. Nitekim, alan yazındaki bazı araştırmalarda öğrenciler tersiyel alkil halojenürlerin $\text{S}_{\text{N}}1$, primer alkil halojenürlerin ise $\text{S}_{\text{N}}2$ mekanizmasına göre tepkime vereceğini belirttikleri ancak bunun nedenine bir açıklama getiremedikleri, öğrencilerin tepkime mekanizmalarını karşılaştırırken çoğunlukla ayrılan grubun bağlı olduğu karbon atomundaki sübstituent sayısı gibi yapısal özelliklere odaklandıkları, öğrencilerin çoğunluğunun reaksiyon özelliklerini ve etkilerini tanımlamayı tercih etmediğini ve aynı zamanda moleküllerin hangi özelliklerinin tepkimeler ile ilişkili olduğunu belirlemede zorlandıkları belirlenmiştir (Bodé vd., 2019).

Araştırmanın önemli bulgularından birisi de öğretmen adaylarının çalışma yapılarında yer alan bir soruda tepkimeye katılan SOCl_2 'nin görülüp ezbere bir şekilde tepkime türünün belirlenmesi ancak mekanizma hakkında fikir yürütememesi olmuştur. Bu durum öğretmen adaylarının tepkime türlerini ezberleme eğiliminde olmalarını ve tepkime mekanizmalarına dair açıklama yapamamalarını göstermesi açısından dikkat çekici olmuştur. Bu durumun engellenebilmesi ya da azaltılması için tepkimelerin altında yatan modellerin mekanizmaları ile birlikte öğrencilerce tanımlanması gerektiği belirtilmektedir (Galloway vd., 2019).

Araştırmada öğretmen adaylarının tepkime mekanizmalarını açıklamada en yaygın olarak yaptıkları yanlışlıkların başında eğri okların yanlış ya da eksik kullanımının olduğu belirlenmiştir. Alanyazındaki pek çok araştırma bulgusu da öğrencilerin eğri okların sembolik anlamını tam olarak anlayamamalarının bir sonucu olarak tepkime mekanizmalarını yanlış bir şekilde yorumladıklarını ortaya koymuştur (Grove vd., 2012).

Araştırmada ortaya çıkan sonuçlardan biri de, Organik kimyada tepkime türleri ve mekanizmaları konusunda önemli yer tutan karbokatyon oluşumu, konfügürasyon değişimi ve CH_3 kayması gibi kavramlarda da bazı eksiklikler ve hataların saptanmasıdır. Öğretmen adayları mekanizma içinde bu kimyasal kavramları ya hiç görememişler ya da gördükleri halde bunu sembolik olarak belirtmemişler. Bu durum öğrencilerin organik tepkime

mekanizmalarını başarıyla uygulayabildiklerini, ancak mekanizmaların arkasındaki kimyasal kavramları anlamadıklarını göstermektedir (Bhattacharyya & Bodner, 2005).

Analiz sırasında görülen bir önemli bulguda tepkimeye giren nükleofilin gösteriminde ve zayıf bazın Lewis gösterimi ve bağlanma şeklinde eksiklikler ve yanlışların yapılmasıdır. Nitekim öğrencilerin asitlik-bazlık; elektrophil-nükleofil gibi mekanizma konusunun temelini oluşturan kavramları yeterince kavrayamamasının tepkime mekanizmalarını öğrenmeleri üzerinde etkili olduğu ayrıca öğrencilerin nükleofil ve elektrophil içeren tepkimeleri değerlendirmede, bunları içermeyen tepkimeleri değerlendirmeye göre daha başarılı olduğu belirtilmektedir (Anzovino & Bretz, 2015). Bu nedenle tepkime türleri ve mekanizmaları konusunun öğretiminden önce temel kavramlara ağırlık verilmesinin ne denli önemli olduğu bu araştırma sonucuyla da ortaya çıkmıştır.

Araştırmada dikkat çeken bir diğer bulguda, çalışma yapraklarında verilen bir tepkimenin spesifik özelliği olan rasemleşmenin adaylar tarafından belirtilmemiş olması ve spesifik çevirme açısının +15'ten 0'a indiği hakkında bir yorumda bulunamamalarıdır. Bu durumun başlıca sebebi olarak ise öğretmen adaylarının stereokimya konusundaki bilgi eksiklikleri gösterilebilir.

Öneriler

Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda kimya öğretmen adaylarının “eliminasyon ve nükleofilik yerdeğiştirme tepkimeleri” konusunda yer alan kavramları öğrenme ihtiyaçlarına göre şu öneriler sıralanabilir. Bunlar;

- Sembolik gösterimin tepkime türleri ve mekanizmaları konusunun öğretimi öncesinde detaylı bir şekilde ele alınmasının öğrencilerde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Eğri okların anlamlandırılması (bağ yapımına katılmayan elektron çiftlerinin ve π elektronlarının hareket yönünü belirleme) konusunda öğretmen adaylarına modelleme yapılmalı.
- Stereokimya konusunda kavramsal olarak zorlandıkları görülmektedir. Bu açıdan stereokimyanın öğretimine farklı türden 3 boyutlu materyallerle ya da sanal gerçeklik uygulamalarına yer verilerek özellikle tepkime türleri ve mekanizmaları öncesinde yer verilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.
- Tepkimeleri, tanımlayarak doğru ürün/ürünleri yazabilmeleri konusunda kimyasal bağların reaktivitesini yeni öğrenen kişiler için, bazı kısaltmaların özellikle «R» gösterimine dikkat edilmelidir. Bunu sağlamak için ise tepkimeler konusuna girişte

farklı alkil gruplarının gösterilip örnekler verilmesi çok daha faydalı olacaktır (Friesen, 2008).

- Tepkime mekanizmaları ile ilgili temel kavramlar olan asitlik-bazlık, elektrofil-nükleofil, rezonans ve elektronegatiflik gibi kavramlara tepkime türü ve mekanizması konusu öncesinde yer verilmesi ve sıklıkla tekrarlarının yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.



KAYNAKÇA

- Anderson, T. L., & Bodner, G. M. (2008). What can we do about Parker? A case study of a good student who didn't "get" organic chemistry, *Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 93-101. <https://doi.org/10.1039/B806223B>
- Anderson, J. P. (2009). *Learning the language of organic chemistry: how do students develop reaction mechanism problem solving skills?* (UMI No. AAI3379296). [Doctoral dissertation, Purdue University-ABD]. <https://docs.lib.purdue.edu/dissertations>
- Anzovino, M. E., & Bretz, S. L. (2015). Organic chemistry students' ideas about nucleophiles and electrophiles: the role of charges and mechanisms. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 797-810. <https://doi.org/10.1039/C5RP00113G>
- Balcı, M. (2012). *Organik kimya reaksiyon mekanizmaları* (3. baskı). TÜBA.
- Baltacı, B. (2020) *Lise ve üniversite kimya kavramlarının zorluk derecelerinin belirlenmesi* (Tez No. 620244). [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Başkale, H. (2016) Nitel araştırmalarda geçerlilik, güvenilirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 9(1), 23-28
- Bodé, N. E., Deng, J. M., & Flynn A. B. (2019). Getting past the rules and to the why: Causal mechanistic arguments when judging the plausibility of organic reaction mechanisms. *Journal of Chemical Education*, 96(6), 1068–1082. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00719>.
- Bhattacharyya, G. (2004). *A recovering organic chemist's attempts at self-realization: how students learn to solve organic synthesis problems* (UMI No. 3166598). [Doctoral dissertation, Purdue University -ABD]. ProQuest Dissertations & Theses Global.
- Bhattacharyya, G., & Bodner, G. M. (2005). "It gets me to the product": how students propose organic mechanisms. *Journal of Chemical Education*, 82(9), 1402-1407. <https://doi.org/10.1021/ed082p1402>
- Bhattacharyya G. (2013). From source to sink: mechanistic reasoning using the electron-pushing formalism. *Journal of Chemical Education*, 90(10) 1282-1289. <https://doi.org/10.1021/ed300765>
- Bhattacharyya, G. (2014). Trials and tribulations: student approaches and difficulties with proposing mechanisms using the electron-pushing formalism. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 594- 609. <https://doi.org/10.1039/C3RP00127J>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (21. baskı). Pegem Akademi.
- Caspari, I., Kranz, D., & Graulich, N. (2018). Resolving the complexity of organic chemistry students' reasoning through the lens of a mechanistic framework. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1117-1141. <https://doi.org/10.1039/C8RP00131F>
- Cooper, M. M., Kouyoumdjian, H., & Underwood, S. M. (2016). Investigating students' reasoning about acid-base reactions. *Journal of Chemical Education*, 93(10), 1703-1712. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00417>

- Cruz-Ramírez de Arellano, D., & Towns, M. H. (2014). Students' understanding of alkyl halide reactions in undergraduate organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 501-515. <https://doi.org/10.1039/C3RP00089C>
- DeFever, R. S., Bruce, H., & Bhattacharyya, G. (2015). Mental rolodexing: Senior chemistry majors' understanding of chemical and physical properties. *Journal of Chemical Education*, 92 (3), 415-426. <https://doi.org/10.1021/ed500360g>
- Dood, A. J., Dood, J., Cruz-Ramírez de Arellano D., Fieldes, K. B., & Raker J. R. (2019). Analyzing explanations of substitution reactions using lexical analysis and logistic regression techniques. *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/C9RP00148D>.
- Duffy, A. M. (2006). *Students' ways of understanding aromaticity and electrophilic aromatic substitution reactions*, [Doctoral dissertation, Mathematics and Science Education, University of California]. <https://escholarship.org/uc/item/8mb6v54x>
- Eticha, A. T., & Ochonogor, C. E. (2015). *Assessment of undergraduate chemistry students' difficulties in organic chemistry*. ISTE International Conference Proceedings, Unisa Press. <http://uir.unisa.ac.za/handle/10500/19962?show=full>.
- Ferguson, R., & Bodner, G.M. (2008). Making sense of the arrow-pushing formalism among chemistry majors enrolled in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 102-113. <https://doi.org/10.1039/B806225K>
- Flynn, A. B. (2015). Structure and evaluation of flipped chemistry courses: organic & spectroscopy, large and small, first to third year, English and French, *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 198-211. <https://doi.org/10.1039/C4RP00224E>
- Flynn, A. B., & Featherstone, R. B. (2017). Language of mechanisms: exam analysis reveals students' strengths, strategies, and errors when using the electron-pushing formalism (curved arrows) in new reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 64–77. <https://doi.org/10.1039/C6RP00126B>
- Fraenkel, J. R., Wallen N. E, & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8. baskı). McGraw-Hill.
- Friesen, J. B. (2008). Saying what you mean: Teaching mechanisms in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 85 (11), 1515-1518. <https://doi.org/10.1021/ed085p1515>
- Galloway, K. R., Leung, M. W., & Flynn, A. B. (2018). Comparison of how undergraduates, graduate students, and professors organize organic chemistry reactions. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 355–365. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00743>
- Galloway, K. R., Leung, M. W., & Flynn, A. B. (2019). Patterns of reactions: a card sort task to investigate students' organization of organic chemistry reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 30-52. <https://doi.org/10.1039/C8RP00120K>
- Galloway, K. R., Stoyanovich, C., & Flynn, A. B. (2017). Students' interpretations of mechanistic language in organic chemistry before learning reactions. *Chemical Education Research and Practice*, 18(2), 353-374. <https://doi.org/10.1039/C6RP00231E>
- Grove, N. P., & Bretz, S. L. (2010). Perry's scheme of intellectual and epistemological development as a framework for describing student difficulties in learning organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 207–211. <https://doi.org/10.1039/C005469K>

- Grove, N. P., Cooper, M. M., & Rush, K. M. (2012). Decorating with arrows: Toward the development of representational competence in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 89(7), 844–849. <https://doi.org/10.1021/ed2003934>
- Karshi, F., & Yiğit, M. (2017). Effectiveness of the REACT strategy on 12th grade students' understanding of the alkenes concept. *Research in Science & Technological Education*, 35(3), 1-18. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1295369>
- Kraft A., & Strickland, A. & Bhattacharyya, G. (2010). Reasonable reasoning: multi-variate problem-solving in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(4), 281–292. <https://doi.org/10.1039/C0RP90003F>
- McMurry, J. (1996). *Organic chemistry* (4th Ed). Brooks/Cole.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Popova, M., & Bretz, S. L. (2018). Organic chemistry students' understandings of what makes a good leaving group. *Journal of Chemical Education*, 95(7), 1094-1101. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00198>
- Rushton, G., Hardy, R. C., Gwaltney, K., & Lewis, S. (2008). Alternative conceptions of organic chemistry topics among fourth year chemistry students. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 122-130. <https://doi.org/10.1039/B806228P>
- Solomons, G., & Fryhle, C. (2002). *Organik kimya* (7. basım). (Çev. Ed. Gürol Okay & Yılmaz Yıldırım). Literatür. (Çalışmanın orijinali 2000'de yayımlanmıştır)
- Strickland, A. M., Kraft, A., & Bhattacharyya, G. (2010). What happens when representations fail to represent? Graduate students' mental models of organic chemistry diagrams. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(4), 293-301. <https://doi.org/10.1039/C0RP90009E>
- Stoyanovich, C., Gandhi, A., & Flynn, A. B. (2015). Acid–base learning outcomes for students in an introductory organic chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 92(2), 220-229. <https://doi.org/10.1021/ed5003338>
- Şendur, G. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının organik kimyadaki kavram yanlışları: Alkenler örneği. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(3), 160–185.
- Şendur, G., & Toprak, M. (2013). Öğretmen adaylarının organik kimya konularındaki anlama düzeylerinin ve kavram yanlışlarının bir analizi: Alkoller örneği. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 264-301.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. baskı). Seçkin.
- Watts, F. M., Schmidt-McCormack, J. A., Wilhelm, C. A., Karlin A., Sattar, A., Thompson, B. C., Gere, A. R., & Shultz G. V. (2020). What students write about when students write about mechanisms: analysis of features present in students' written descriptions of an organic reaction mechanism. *Journal of Chemical Education*, 21, 1148-1172. <https://doi.org/10.1039/c9rp00185a>.

EKLER

EK 1. Çalışma Yaprağı

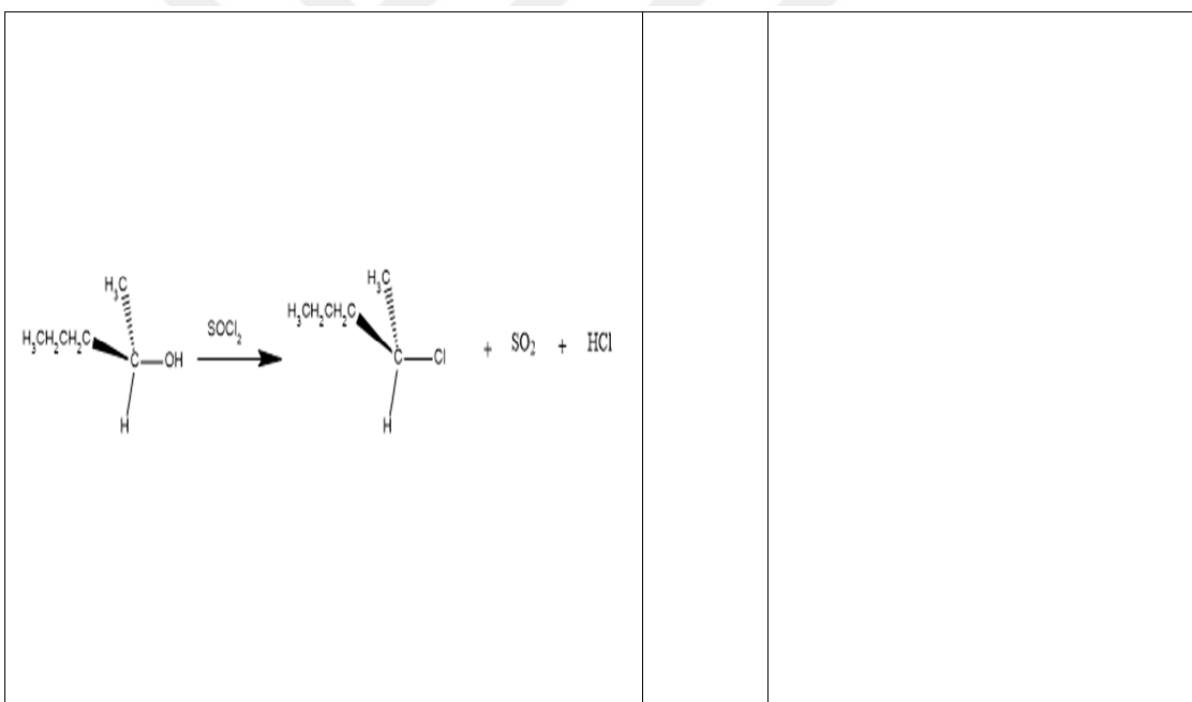
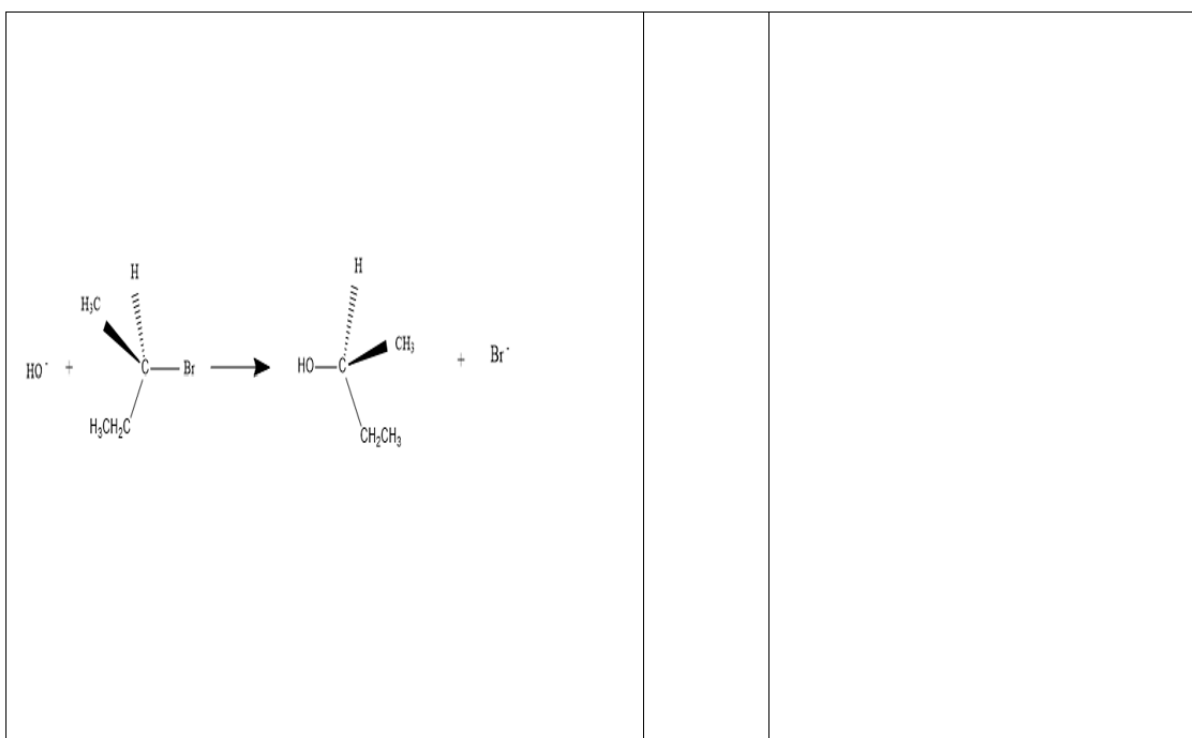
ADI:

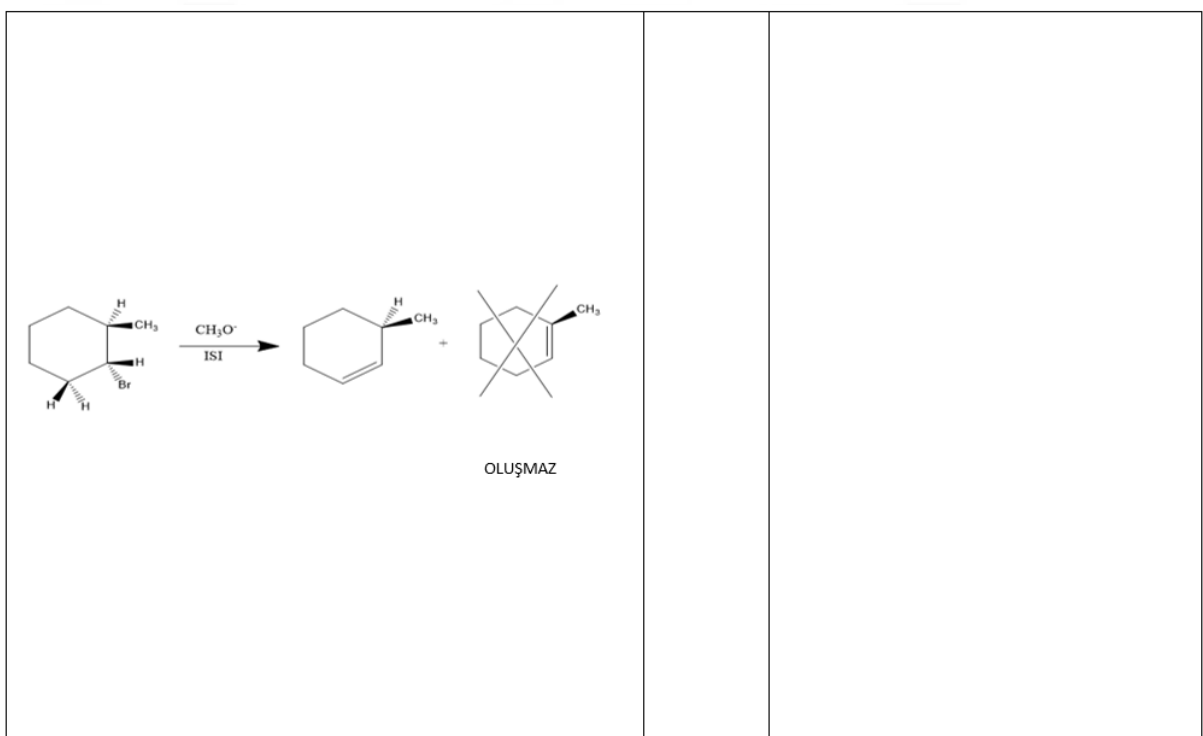
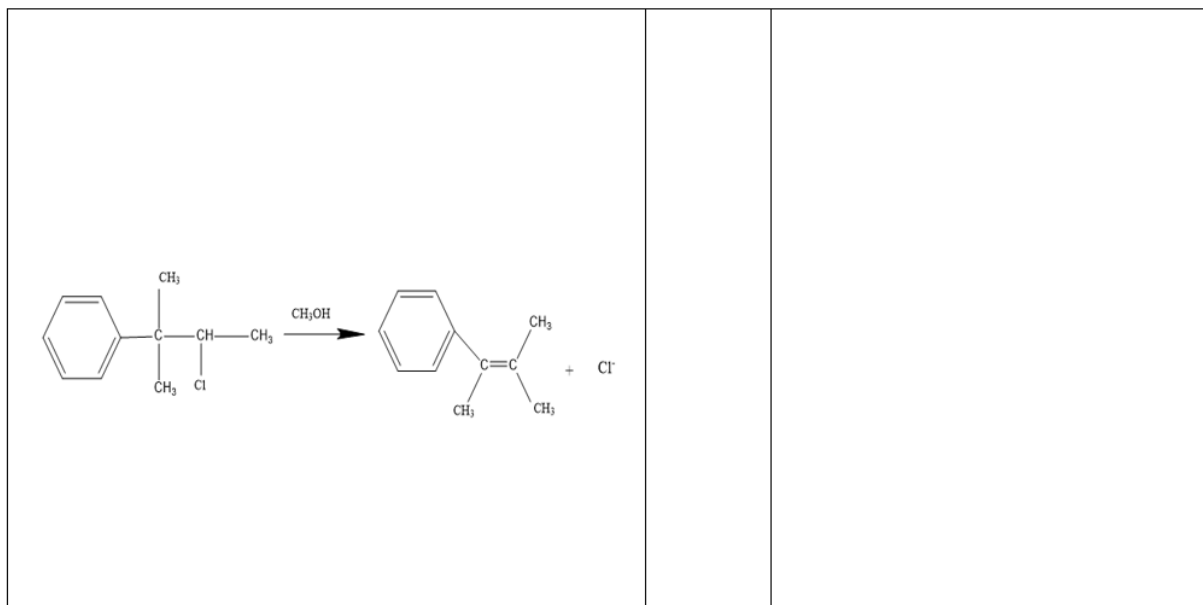
SOYADI:

NUMARASI:

Aşağıda verilen tepkime örneklerinin tepkime türünü açıkladıktan sonra mekanizması ile birlikte basamaklarını yazınız.

Tepkime Örneği	Tepkime Türü Nedir? Açıklayınız	Tepkime mekanizmasını basamakları ile yazınız.
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{Br} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array} + \text{Br}^- + \text{H}^+ $		
$ \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{Br} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array} + \text{Br}^- + \text{H}^+ $ $[\alpha] = +15^\circ$ $[\alpha] = 0^\circ$		





ÖZ GEÇMİŞ

2000 yılında 1990'de doğdu. İlköğrenimi Denizli Lutfi Ege İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini de Nalan Kaynak Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2017 yılında Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Kimya Öğretmenliği Bölümü'nden mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Kimya Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Evli ve bir çocuk annesidir.

