



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Kimya Eğitimi Programı

KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ TİTRASYONLAR KONUSUNDA ZİHİNSEL
MODELLERİNİN BELİRLENMESİ

Cennet AKSU

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2022

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye ... En İyiyeye ...



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Kimya Eğitimi Programı

KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ TİTRASYONLAR KONUSUNDA ZİHİNSEL
MODELLERİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF MENTAL MODELS OF CHEMISTRY TEACHER
CANDIDATES ON TITRATIONS

Cennet AKSU

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2022

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Cennet AKSU'nun hazırladığı "Kimya Öğretmen Adaylarının Titrasyonlar Konusunda Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi" başlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Kimya Eğitimi Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

J¼ri Başkanı	Doç. Dr. Evrim URAL	İmza
J¼ri Üyesi (Danışman)	Prof. Dr. Nilg¼n SEÇKEN	İmza
J¼ri Üyesi	Doç. Dr. Canan ALTUNDAĞ	İmza

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisans¼st¼ Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri üyeleri tarafından / / tarihinde uygun gör¼lm¼ř ve Enstit¼ Yönetim Kurulunca / / tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Selahattin GELBAL
Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼r¼

Öz

Bu çalışmada kimya öğretmen adaylarının titrasyonlar konusunda zihinsel modellerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Araştırma durum çalışması olarak yürütülmüştür. Öğrencilerin zihinsel modellerini belirleyebilmek için Analitik Kimya Dersi titrasyonlar konusu kazanımları, ilgili alanyazın taraması ve uzman görüşlerinden yola çıkarak veri toplama aracı geliştirilmiştir. Geliştirilen veri toplama aracı titrasyonlar konusu ile ilgili 19 adet soru içermektedir. Geliştirilen veri toplama aracı bir devlet üniversitesinde Analitik Kimya Dersini almış ve titrasyonlar konusunda ön görülen kazanımlara sahip olduğu düşünülen Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programında eğitimlerini sürdüren 45 öğrenciye uygulanmıştır. Titrasyonlar konusundaki zihinsel modellerin belirlenebilmesi için öğrencilerin her bir soruya dair verdikleri yanıtlardan kodlar oluşturulmuş ve anlama seviyeleri belirlenmiştir. Zihinsel modeller tam bilimsel model, kısmi bilimsel model, temel model ve geçiş modeli olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde öğrencilerin ağırlıklı olarak tam bilimsel modele sahip olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda öğrencilerin titrasyonlar konusu ile ilgili ağırlıklı olarak bilimsel düzeyde anlamalara sahip olduğu fakat konu ile ilgili belirgin kavram yanılgılarının da bulunduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak titrasyonlar konusunun laboratuvarında uygulamalı olarak anlatılması ve teknoloji destekli materyallerden yararlanarak somutlaştırılarak sunulması önerilmiştir.

Anahtar sözcükler: titrasyon, zihinsel modeller, kimya, fen bilimleri, eğitim

Abstract

The aim of this study was to determine the mental models of chemistry teachers candidates about titrations. The research was conducted as a case study. To determine the students' mental models, a data collection tool has been developed by taking into account the titration gains in Analytical Chemistry Course, the studies made in this field and the opinions of experts. This improved data collection tool consists of 19 questions including about titrations subject. The data collection tool developed was administered to 45 students who took the analytical chemistry course at a state university and continued their education in the chemistry teaching program Faculty of Education. In order to elicit the mental models of the students in terms titrations codes were created from the answers given by the students for each question and the students' level of learning were identified. Mental models were defined as the full scientific model, partial scientific model, the basic model and transition model. After the examination of the obtained results, it can be concluded that the students predominantly possess the full scientific model. At the end of the study it can be concluded that the students predominantly scientific understanding about titrations but there are also obvious misconceptions about the subject. In the light of results, it has been proposed that the subject of titrations should be clarified in the laboratory in an applied method and presented in a concrete way using technology supported materials.

Keywords: titration, mental models, chemistry, science, education

Teşekkür

Lisans eğitimimden bugüne kadar her zaman desteğini hissettiğim, çalışmamın her aşamasında yanımda olan ve varlığıyla bana güç veren, her yönden örnek aldığım, öğrencisi olmaktan onur duyduğum, kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Nilgün SEÇKEN'e sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmaya katılan tüm öğretmen adaylarına teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, karşılaştığım tüm zorluklarda benimle olan, hayattaki en büyük şanslarım annem ve ağabeyime verdikleri emekler ve varlıkları için teşekkür ederim.

Ve canım babacığım, nefes aldığım sürece en büyük gururum senin kızın olmak olacak. Bana her zaman inandığın ve verdiğin tüm emekler için teşekkür ederim. Seni çok özleyorum. Her zaman benimlesin.

Cennet AKSU

Ankara 2022

İçindekiler

Kabul ve Onay.....	i
Öz.....	ii
Abstract.....	iii
Teşekkür.....	iv
İçindekiler.....	v
Tablolar Dizini.....	vii
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	ix
Bölüm 1.....	1
Giriş.....	1
Problem Durumu.....	7
Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	8
Araştırma Problemi.....	9
Sayıtlılar.....	9
Sınırlılıklar.....	9
Tanımlar.....	10
Bölüm 2.....	11
Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	11
Model ve Modelleme.....	12
Fen Eğitiminde Modeller.....	17
Modellerin Sınıflandırılması.....	19
Kimya Eğitiminde Modelleme.....	22
Zihinsel Modeller.....	26
Zihinsel Modellerle İlgili Yapılmış Yurt İçi Çalışmalar.....	30
Zihinsel Modellerle İlgili Yapılmış Yurt Dışı Çalışmalar.....	41
Zihinsel Modellerin Belirlenmesi.....	45
Görüşme Tekniği.....	47

Bölüm 3	50
Yöntem	50
Araştırmanın Evreni ve Örneklemi/Çalışma Grubu/Katılımcılar.....	51
Veri Toplama Süreci.....	52
Veri Toplama Araçları	53
Verilerin Analizi	54
Zihinsel Modellerin Oluşturulması ve Analizi.....	60
Bölüm 4	65
Bulgular, Yorumlar ve Tartışma.....	65
Bölüm 5	148
Sonuç ve Öneriler.....	148
Kaynaklar	154
EK-A: Titrasyonlar Konusu Üzerine Hazırlanmış Görüşme Formu.....	181
EK-B: Katılımcıların Matris Kalıpları	183
EK-C: Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/ Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi	clxxxiv
EK-C: Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/ Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi	clxxxv
EK-Ç: Etik Beyanı.....	clxxxvi
EK-D: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu	clxxxvii
EK-E: Thesis/Dissertation Originality Report	clxxxviii
EK-F: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı	clxxxix

Tablolar Dizini

Tablo 1 <i>Titrasyonlar konusunda hazırlanan soruların dağılımı</i>	54
Tablo 2 <i>Soru Niteliklerine Göre Anlama Düzeyleri ve Anlamları (Durukan, 2019)</i>	59
Tablo 3 <i>Araştırma Sürecindeki Zihinsel Modeller, Modellere Ait Özellikler ve Zihinsel Model Matrisleri (Durukan, 2019; Timurcan Erdal, 2022)</i>	61
Tablo 4 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 1. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	65
Tablo 5 <i>1.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	66
Tablo 6 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 2. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	68
Tablo 7 <i>2.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	69
Tablo 8 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 3. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	71
Tablo 9 <i>3. Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	72
Tablo 10 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 4. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	74
Tablo 11 <i>4. Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	75
Tablo 12 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 5. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	77
Tablo 13 <i>5.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	78
Tablo 14 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 6. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	81
Tablo 15 <i>6. Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	82
Tablo 16 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 7. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	84
Tablo 17 <i>7.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	85
Tablo 18 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 8. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	88
Tablo 19 <i>8.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	88
Tablo 20 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 9. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	91
Tablo 21 <i>9.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	92
Tablo 22 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 10. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	95
Tablo 23 <i>10.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	96

Tablo 24 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 11. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	98
Tablo 25 <i>11.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	98
Tablo 26 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 12. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	101
Tablo 27 <i>12.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	102
Tablo 28 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 13. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	107
Tablo 29 <i>13.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	107
Tablo 30 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 14. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	109
Tablo 31 <i>14.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	110
Tablo 32 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 15. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	112
Tablo 33 <i>15.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	113
Tablo 34 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 16. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	118
Tablo 35 <i>16.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	118
Tablo 36 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 17. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	120
Tablo 37 <i>17.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	121
Tablo 38 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 18. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	123
Tablo 39 <i>18.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	124
Tablo 40 <i>Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 19. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri</i>	126
Tablo 41 <i>19.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları</i>	127
Tablo 42 <i>Katılımcıların titrasyonlar konusuna ait zihinsel modellerinin sınıflandırılması ve tipleri</i>	130

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

AY: Anlama Yok

KA: Karışık Anlama

TA: Tamamlanmamış Anlama

KBA: Kısmen Bilimsel Anlama

BA: Bilimsel Anlama

Bölüm 1

Giriş

Kimya; maddenin sahip olduğu özellikleri, yapısını ve maddelerin arasındaki ilişkiyi inceleyen bir bilim dalıdır (Cheung, 2009). Kimya bilimi mantıksal düşünerek bireyi araştırmaya yönlendiren, deneysel ölçütleri içeren bir düşünme şeklidir (Karaer ve Karaer, 2019). Kimya maddeyi temel aldığı için çevremizde gerçekleşen olaylar hakkında bilgi verir. Etrafımızda gerçekleşen tüm olaylar için kimyasal bir açıklama vardır. Bireyler bu olayların farkında olabilir ancak nedenlerini ve detaylarını açıklamada zorluk çekebilir, madde ile ilgili gerçekleşen olayları aydınlatarak açıklamak kimya biliminin görevidir. Kimya biliminin açıkladığı konular soyut ve üst düzey düşünmeyi gerektiren konulardır (Zoller, 2009). Kimya biliminin açıkladığı konulardan biri de titrasyon konusudur. Bu konu ne kadar somutlaştırılmaya, deneylerle desteklenmeye çalışılsa da mikroskobik düzeyde öğrenciler için soyut düzeyde kalan bir konudur.

Titrasyon, biyomedikal bilimlerde ve analitik kimya laboratuvarlarında bilinen veya bilinmeyen bir maddenin miktarını ve konsantrasyonunu belirlemek için kullanılan analitik bir yöntemdir (Pierre, David, 2019). Volumetrik analizin temelleri 18.yüzyılın sonlarında Fransa'da atılmıştır. Volumetrik analizlerde kullanılan pek çok cihaz, malzeme de süreç içinde geliştirilerek bu alana hizmet eder hale getirildi. Francois Antoine Henri Descroizilles, 1791'de ilk büreti (daha çok dereceli bir silindire benzeyen) geliştirdi. Joseph Louis Gay-Lussac, büretin daha geliştirilmiş bir formunu icat etti ve 1824 tarihli bir makalede "pipet" ve "büret" terimlerini kullandı. Hacimsel analizin metodolojisinde ve popülerleştirilmesinde büyük bir atılım, alt kısma bir kıskaç ve bir uç yerleştirerek büreti yeniden tasarlayan ve konuyla ilgili ilk ders kitabı olan "Lehrbuch der chemisch-

analytischen Titriermethode” kitabını yazan Karl Friedrich Mohr sayesinde olmuştur. Titrimetri olarak da bilinen titrasyon, kimyagerlerin bir numunede bulunan belirli reaktiflerin bilinmeyen miktarlarını belirlemelerine izin ve imkan veren bir nicel analiz şeklidir. Bu analizde hacim, ölçümün anahtar parametresi olduğundan titrasyon hacimsel analiz olarak da bilinir. Temel titrasyon işlemi, reaksiyon tamamlanana kadar bilinen konsantrasyondaki bir çözeltinin (titrant olarak adlandırılır) bilinmeyen konsantrasyondaki başka bir çözeltinin (analit olarak adlandırılır) belli hacmine yavaş yavaş eklenmesini içerir. Eklenen titrant hacmini bilmek, bilinmeyen konsantrasyonunun belirlenmesine imkân verir. Kimya laboratuvarında yapılan titrasyon, kimya bilimleri veya mühendisliği öğrencileri için çeşitli teorik kavramlar ve pratik işlemler arasında bir köprü görevi görür. Her iki disiplin için de hayati önem taşıyan hacim, kütle ve mol arasında dönüşüm yapmak için denklemleri ve ilgili matematiği dengeleme pratiği yapar. Titrasyon günlük hayatta da birçok alanda karşımıza çıkar. Örnek olarak;

- Titrasyon, gıda endüstrisinde gıda ürünlerindeki asit, baz ve tuz içeriğini gözetim altında tutmak için sıklıkla kullanılır.
- Titrasyon, kozmetik ürünlerin imalatında kullanılan bileşenlerin uygun konsantrasyonunu ve miktarını bulmayı kolaylaştırır.
- Titrasyon, farmasötik ürünlerdeki aktif bileşenlerin içeriğini belirlemek için kullanılır.
- Titrasyon, suyun alkalinitesini belirlemede kullanılır.
- Titrasyon, laboratuvarında hastalardan alınan kan ve idrar örneklerini analiz ederken sıklıkla yararlanılan birçok uygulamadan biridir. Örneğin, titrasyon, bir diyabet hastasından kandaki glikoz seviyelerini analiz etmelerine izin verebilir.

Titrasyon çeşitlerinden en yaygın olanları asit-baz titrasyonu, kompleksometrik titrasyon, yükseltgenme-indirgenme ve çökeltme titrasyonlarıdır.

Literatürde kimya eğitimi alanında titrasyonla ilgili olarak yapılmış sınırlı sayıda araştırma vardır. Domínguez Alfaro ve arkadaşları (2022) asit-baz titrasyonlarının öğrenilmesinde mobil artırılmış gerçeklik laboratuvarı üzerine çalışma yapmışlardır. Bir titrasyon deneyinin uygulamalı olarak öğrenilmesini sağlayan mobil artırılmış gerçeklik uygulamasının tasarımını ve geliştirilmesini incelemiştir. Uygulamayı test etmek için Belçika'daki beş farklı lise ve iki üniversiteden 15 katılımcı çalışmada yer almıştır. Bulgular uygulamanın katılımcılar tarafından iyi karşılandığını göstermiştir ve teknik problemlerin üstesinden gelinerek, alt görevler için daha açık talimatlar sağlanarak ve belirli özellikler değiştirilerek kullanılabilirliğin artırılacağı ve öğrencilerin deneyiminin geliştirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Arocena (2022), zayıf asitlerin ve bazların titrasyonunu anlamaya yardımcı olacak basit bir teorik, nicel yaklaşım üzerine çalışma yapmıştır. Lisans öğrencilerine tampon çözeltiler konusu tanıtıldığında öğrencilerde zayıf asit ve baz titrasyonlarının başında neler olduğuna dair sorular oluşmaktadır. Arocena (2022), bu soruyu cevaplamaya çalışmak için, zayıf asit veya zayıf baz titrasyon işleminin daha genel özelliklerini açıklamaya izin veren basit bir nicel yaklaşım geliştirmiştir. Idu (2022), uygulamalı kimyanın etkili bir şekilde öğretilmesi ve öğrenilmesi için yerel materyallerin geliştirilmesi ve kullanılması üzerine çalışma yapmıştır. Kimya laboratuvarlarında materyallerin eksikliği öğrencilerin performansının düşük olmasına yol açmaktadır. Idu (2022), çalışmasında kireç ve bazı bitkileri kullanmış ve bu materyaller kullanılarak elde edilen sonuçlar, orijinal asitler, bazlar ve indikatör titrasyonu kullanılarak elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmış ve yapılan çalışmada kullanılan malzemelerin

indikatör olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşmıştır. Sary, Tarigan ve Situmorang (2018), asit baz titrasyonlarının öğretilmesinde öğrenci başarısını artırmak için yenilikçi öğrenme materyallerinin ve multimedya geliştirilmesi üzerine çalışmışlardır. Araştırmanın sonucunda asit-baz titrasyonlarının öğretilmesinde çoklu materyallerin kullanımının öğrencilerin bilgiyi kazanmalarına yardımcı olduğu ve yalnızca teorik bilgi ile yetinmeyip verilen materyali gerçeğe dönüştürme yeteneğine sahip olduğu gözlenmiştir. Kullanılan öğrenme materyallerinin öğrencilerin başarısını geliştirdiğine ve öğrenme-öğretme sürecinde öğrenciye destek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Redoks titrasyonları da kimya için önemli bir kavramdır ve bazı öğrenciler konuyla ilgili yanlış kavramlar edinebilir. Konuyla ilgili öğrencilerde ortaya çıkan kavram yanlışlarının sebebi yanlış anlama, öğrencilerin ve bilim adamlarının görüşleri arasındaki tutarsızlıktır (Luoga ve ark., 2013). Al-Balushi ve diğerleri (2012) yapmış oldukları çalışmada 12.sınıf öğrencilerinin görsel temsillerle ilgili soruları cevaplamakta zorlandıklarını belirtmişlerdir. Yapmış oldukları çalışmada kavram yanlışlarını tespit etmişler ve en yüksek oranda kavram yanlışısına sahip olunan konuların yanma, kimyasal denge ve elektrokimya konularında olduğunu belirlemişlerdir. Öğrenciler redoks titrasyonlarında yükseltgenme basamağının belirlenmesinde, elektron transferinin tanımının açıklanmasında ve tepkimenin denkleştirilmesi konusunda zorluk yaşamaktadırlar. Redoks titrasyonun anlaşılmasında ortamda bulunan yetersiz öğretim materyalleri de öğrenmeyi olumsuz etkilemektedir. Widarti, Permanasari ve Mulyani (2016), öğrencilerin redoks titrasyonları ile ilgili kavram yanlışları üzerine çalışmışlardır. Kimya eğitimi öğrencileri ile gerçekleştirilen bu çalışmada örnek olay araştırması üzerinden betimsel bir yöntem kullanılmıştır. Öğrencilere kavram yanlışlarını ölçebilmek için altı problemden oluşan, açık uçlu soruların

olduğu bir ölçme aracı verilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerde meydana gelen bazı kavram yanlışlarının olduğu ve bu kavram yanlışlarının daha çok konsantrasyon, tür, denklem, hesaplamalarda ve titrasyon sürecinde çözümlerde gerçekleşen olaylarda meydana geldiği tespit edilmiştir. Kimya dersinde, kavram yanlışlarının olduğu konulardan biri de asitler bazlar konusudur. Sheppard (2006), lise öğrencilerinin asit-baz titrasyonlarını ne derece anladıkları ile ilgili olarak 16 öğrenci ile bir çalışma yapmıştır. Öğrencilerin titrasyonla ilgili algılarının tespit edilmesinde nitel yöntemler ve bilgisayar tabanlı görevler kullanılmıştır. Öğrencilerin asit-bazla ilgili pH, nötralizasyon ve teorik kavramları tanımlayamadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca birçok öğrenci kavramları gerçek çözümlerle ilişkilendirememiştir. Öğrencilerin öğrenmelerinde meydana gelen bu zorlukların maddenin tanecikli yapısında edinilen eksik bilgilerden kaynaklandığı yapılan çalışmada ifade edilmiştir. Asit-baz kimyası konusunun kavramsal yoğunluğu, asit-baz konusunun karmaşık terminolojisi için kimya müfredatında hangi materyallerin kullanılması gerektiğine yönelik önerilerde bulunulmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda da asit-baz kavramlarından nötralizasyon ve pH kavramlarına odaklanılmıştır. Ross ve Munby (1991), lise öğrencilerinin pH'ın anlaşılması için iyi bir niteliksel performans sergilediklerini belirtmişlerdir. Nakhleh (1990) ise daha derinlemesine bir çalışmada lise öğrencilerinin pH konusunda nispeten zayıf niteliksel anlayışlara sahip olduğunu söylemiştir. Schmidt (1995), yapmış olduğu çalışmada öğrencilerin nötralizasyon reaksiyonlarının ürünlerinin her zaman pH 7'ye sahip olduğunu düşündüklerini belirtmiştir. Yapılan bu çalışmalar öğrencilerin asit-baz titrasyonları sırasında gerçekleşen olaylar hakkında kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir.

Çağlar (2007), yapmış olduğu çalışmada titrasyon konusunun teknoloji destekli öğretimini incelemiştir. Yapılan araştırmada, üniversite genel kimya derslerinde asit-baz konusunun öğretiminde bilgisayar destekli ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkinliklerinin karşılaştırılması amaçlanmış olup deney ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Deney gruplarında bilgisayar destekli öğretim kullanılmış, kontrol gruplarında ise geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda deney gruplarının daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Öğretim programında bulunan konuların sınıfa aktarılmasında ve öğrencilerin belirlenen kazanımlara ulaşmasında öğretmenler çok büyük rol oynamaktadır (MEB, 2008). Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bu süreçte kullandığı öğretim yöntem ve tekniklerinin yanı sıra sahip oldukları alan bilgisi de önemlidir (Erden, 2005). Başka bir ifadeyle, alan bilgileri yetersiz olan öğretmenlerin öğrencileri de bu durumdan etkilenmektedir. Karal (2003), Akpınar ve diğ. (2004)'nin çalışmalarında da vurguladıkları gibi eğitimde başarı ve öğrencilerin performansında öğretmen çok etkilidir. "Öğrencinin performansını yükseltebilmek için öncelikle nitelikli öğretmenler geliştirilmelidir" deyişi bu durumu açıklamaktadır (Baki ve diğ., 1996 akt. Karal, 2003). Bu nedenle eğitim yaşamımız boyunca karşımıza çıkan temel kavramlara yönelik geleceğin öğretmenleri olacak olan öğretmen adaylarının sahip oldukları titrasyonlarla ilgili bilgilerinin seviyeleri incelenmek istenen bir konudur. Bunun sonucunda bu araştırmada öğretmen adaylarının titrasyonlar konusundaki zihinsel modellerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Problem Durumu

Alanyazın incelendiğinde titrasyonlar konusu ile ilgili yapılmış olan çalışmaların son derece sınırlı sayıda olduğu dikkat çekicidir. Bu sebeple titrasyonlar konusunda öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılacak olan çalışma alana önemli bir katkı sağlayacaktır. Titrasyonlar konusu ve bu konuyla ilişkili kavramları da içine alan az sayıdaki ulusal ve uluslararası çalışma bulunmaktadır. Domínguez Alfaro ve arkadaşları (2022), Arocena (2022), Idu (2022), Tarigan ve Situmorang (2018), Widarti, Permanasari ve Mulyani (2016), Al-Balushi ve diğerleri (2012), Sheppard (2006), Ross ve Munby (1991), Nakhleh (1990), Schmidt (1995) ve Çağlar (2007) konuyla ilgili çalışma yapmışlardır. Yapılan bu çalışmalar incelendiğinde de öğrencilerde titrasyonlar konusu ile ilgili bazı kavram yanlışlarının bulunduğu, titrasyonlar konusunun öğretilmesinde karşılaşılan zorluklar ve konunun öğretimi sırasında kullanılacak alternatif materyallere dikkat çekildiği görülmektedir.

Öğretim sürecinin ilk adımı olan okul öncesi dönemden başlayarak öğrenciler belirlenen hedefler doğrultusunda farklı seviyelerde görev yapan öğretmenlerin gayretleriyle çok çeşitli bilgi beceri ve değerlerle donatılmaktadırlar. Bu çalışmada araştırma grubu kimya öğretmen adaylarıdır. Bu bireyler öğretmen olduklarında sulu çözeltiler kimyası konusu içerisinde yer alan titrasyonlar konusuna ait kazanımları öğrencilerine kazandırmakla sorumlu olan bireylerdir. Titrasyonlar konusu ve bununla ilgili kavramlara ait sahip oldukları zihinsel modelleri, öğrencileri hedefe ulaştırmada etkili olacaktır.

Öğrencilerin öğrenim hayatlarını etkileyecek derecede önemli olan öğretmenlerin farklı konularla ilgili var olan alan bilgileri çok büyük bir öneme

sahiptir (Karal, 2003). Bireylerde bir kavram ile ilgili var olan bilgi bütünü olarak adlandırılabilir olan zihinsel modellerin belirlenmesi, öğretmenlerin sahip oldukları bilgileri kolay ve doğru bir şekilde sunabilmesi ile yakından ilişkilidir (İyibil, 2010).

Araştırmanın problemi “Kimya öğretmen adaylarının titrasyon ve titrasyonlar ile ilgili kavramlara yönelik sahip oldukları zihinsel modelleri nelerdir?” sorusu olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Çalışmanın temel amacı, öğrencilerin titrasyonlar konusunda zihinsel modellerinin belirlenmesidir.

Çalışma ile, öğrencilerin “titrasyon” kavramlarına yönelik ortaya çıkacak olan zihinsel modellerin tespit edilmesi, üniversite ve lise dönemlerinde ilgili konuların öğretilmesinde bu süreçte oluşabilecek hatalı modellerin giderilmesinde eğitimcilere yardımcı olacaktır. Bu nedenle öğrencilerin zihinlerinde bilimsel model gelişiminin sağlanması açısından önemli bir yere sahiptir. Araştırma esnasında yapılacak uygulamalar yardımıyla da öğrencilerin sahip oldukları bilimsel olmayan zihinsel modellerin tespit edilmesi; eğitimcilere derslerini planlarken yol göstermesi açısından önemlidir. Araştırmanın sonunda ise tespit edilen zihinsel modellerin kaynakları da belirleneceği için, modellerin bilimsel gerçeklerle örtüşüp örtüşmemesi gibi durumlar da değerlendirilerek; bu kaynakların düzeltilmesi veya tamamen değiştirilmesi, titrasyonlarla ilgili konuların daha anlaşılır ve bilimsel gerçekliği daha doğru yansıtacak hale gelmesi açısından önemlidir.

Araştırma Problemi

Kimya öğretmen adaylarının “titrasyonlar” konusunda sahip oldukları zihinsel modelleri nelerdir?

Alt Problemler

1. Titrasyonla ilgili genel zihinsel modelleri nedir?
2. Titrasyonla ilgili genel kavramlarla ilgili anlama düzeyleri nasıldır?
3. Titrasyon çeşitleri ile ilgili anlama düzeyleri nasıldır?
4. Titrasyon süreci ilgili anlama düzeyleri nasıldır?
5. Titrasyonda sulu çözeltilerde meydana gelen reaksiyonlarla ilgili anlama düzeyleri nasıldır?

Sayıtlılar

1. Araştırmaya katılan tüm katılımcıların sorulan sorulara dürüst, dikkatli ve içtenlikle cevap verdikleri varsayılmaktadır.

2. Araştırmaya katılan tüm katılımcıların uygulama esnasında bilinçli ve sağlıklı oldukları varsayılmaktadır.

3. Araştırmaya katılan tüm katılımcıların gönüllü ve istekli oldukları varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

1. Araştırma Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmen adayı öğrencileri ile sınırlıdır.

2. Araştırma titrasyonlar konusu ile sınırlıdır.

Tanımlar

Model: Bir nesnenin, bir fikrin veya bir fenomenin temsilidir (Gilbert, 2000).

Modelleme: Var olan bilgiden yola çıkarak hedeflenen kavramı net ve anlaşılabilir duruma getiren süreçlerdir (Harrison, 2001).

Bilimsel Model: Zihinsel modeller eğer bilim insanlarının birçoğu tarafından kabul edilirse bu modellere bilimsel model denir (Coll ve Treagust, 2003).

Zihinsel Model: Bireylerin kavramlar veya durumlarla ilgili düşünceleri, kişisel fikirleri veya bunlarla ilgili içsel temsilleridir (Gilbert, Boulter & Rutherford, 1998).

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Eğitim, bireylerin yaşantıları yoluyla amaçlı ve planlı olarak istendik davranış değişikliği meydana getirme sürecidir (Ertürk, 1997, s. 12) Eğitimin hedefine ulaşabilmesi için kişinin davranışlarında gözlenebilir bir değişiklik olmalıdır. Ancak bahsedilen bu davranış değişikliği istendik ve bireyin kendi yaşantısı yoluyla ya da kasıtlı kültürlenme yoluyla gerçekleşir. Bireyde doğru ve hedefi gerçekleştirebilen bir davranışın oluşabilmesi eğitim sürecinin doğru bir şekilde planlanmasına bağlıdır (Başaran, 1994).

Eğitim sonucunda bireylerin davranışlarında istendik bir değişimin meydana gelmesi öğrenme ile olur. Yılmaz (2009), yapmış olduğu çalışmada öğrenmenin sahip olması gereken üç temel özelliği şu şekilde açıklamıştır:

-Öğrenmenin sonucunda davranışlarda bir değişiklik meydana gelmelidir.

-Öğrenme bireyler için kişiye özgüdür, bunun nedeni kişinin yaşantısı ile etkileşim halinde olmasıdır.

-Öğrenmenin gerçekleşebilmesi için bireyin davranışlarının devamlı ve kalıcı olması gerekir (Erden ve Akman, 2003).

Bireylerin davranışlarının büyük bir çoğunluğu öğrenme sürecinin sonunda oluşur. Bu davranışların öğrenme olarak adlandırılabilmesi için doğuştan gelmemesi, tekrarlanabilmesi, ölçülebilmesi ve gözlemlenebilmesi gerekir (Başaran, 2000, 132).

Özden (1999:20), öğrenme için gerekli ortam hazırlandığında bireylerin öğrenmesinin gerçekleştiğini ancak öğrenme süresinin kişiden kişiye değiştiğini belirtmiştir. Öğrenme yalnızca akademik bilginin öğrenilmesi değil, duygusal ve

kişilik gelişiminin de öğrenilmesi kavramları olarak karşımıza çıkar. Yaşam içerisinde korktuğumuz, sevdiğimiz ya da neyin karşısında kibar olduğumuzu öğreniriz (Atkinson vd., 1996:233). Öğrenme kişinin yaşamını etkilediği için yaşamın düzenli olması için bilgilerin sürekli güncellenmesi gerekir yani yaşamın her parçası öğrenme ile ilgilidir.

Piaget (1952), öğrenmeyi bireyin dış dünya ile etkileşiminin sonunda zihinlerinde yer alan sıralı düzenin yenilenip geliştirilmesi olarak tanımlamıştır. David Ausbel'in (1952) yapmış olduğu tanımda ise yeni bilgilerin kazanılabilmesi için zihinde yeni bilgilerle etkileşim kurabileceği bir bilişsel düzeneğin olması gerekir. Öğrenme ile bireyler kazanılan bilgileri davranışa dönüştürürler.

Öğrenmenin tam anlamıyla gerçekleştirilebilmesi için bireylerin aktif katılımının sağlanması gerekir. Öğretmen öğrenme sürecinde rehberlik edicidir, bu süreçte öğrenci kendi zihnindeki bilgileri ancak kendisi yapılandırabilir. Bu nedenle öğrenme-öğretme sürecinde modellerin kullanılması ve bireyin zihinsel modellerinin belirlenmesi, bu modellerin ortaya çıkarılması önem kazanmaktadır.

Model ve Modelleme

Modeller; formüller, matematiksel terimler gibi soyut sistemlerin, duyu organlarını doğrudan çalıştırmalarını sağlayacak şekilde hazırlanan düzeneklerdir (Harrison, 2001; Gilbert, 1989). Modeller gerçeğin birebir aynısı değildir, kullanılan modeller yenilenen bilgilerle değiştirilebilir (Harrison, 2001). Modeller doğrudan görülemeyen bilgileri görülebilir hale getirir. Bilginin nasıl yapılandırıldığını ve yapılandırılma sürecini anlamamızı sağlar. Bilim insanlarının soyut kavramları somut hale getirebilmesi ve yeni kavramların üretilmesi için kullanılırlar (Ergin, Özcan ve Sarı, 2012). Modelleme, var olan bilgidен yola çıkarak hedeflenen

kavramı net ve anlaşılabilir duruma getiren süreçler, model ise bu süreç sonucunda ortaya çıkan ürün olarak tanımlanabilir (Harrison, 2001; Treagust, 2002).

Modelleme yapmanın eğitimde bulunan bazı sınırlı yönleri ve faydaları Schwarz ve White (2000) tarafından şu şekilde açıklanmıştır;

-Bireyler modelleme ile düşüncelerini daha rahat ifade edebilir.

-Teorik bilgilerin zihinde görselleştirilmesini sağlar.

-Bilgisayar kullanılan teknoloji tabanlı modeller öğrenciler için çok daha dikkat çekici olurlar.

-Modellerle birlikte dış dünyada gerçekleşen olaylar açıklanır ve tahmin edebilme yeteneği kazanılır.

-Modelleme ile öğrenme ilerletilebilir.

Bu avantajların yanı sıra birtakım sınırlı yönleri de bulunmaktadır:

-Modelleme yapacak olan eğitimciler eğer modelleme konusunda yeterince bilgi sahibi değilse dezavantajlı durumlar ortaya çıkabilir.

-Bireyler modelleme ile ilgili tüm süreci anlamayabilir.

-Bireyler modelleme yaparken aşamalarda sürdürülen çalışmalarını tam kavrayamayabilirler.

-Öğrenciler model ve model oluşturmaya karşı eksik bir düşünce sistemi geliştirmiş olabilir.

Harrison tarafından (2001), modellerin özellikleri ise şu şekilde sıralanmıştır;

-Modeller gerçeğin tıpatıp aynısı değildir ve güncellenebilir, değişebilir.

-Gözle görülemeyen mikroskobik boyutları anlamlandırabilmek ve açıklayabilmek amacıyla, soyut kavramların nasıl oluştuğunu anlamamızı sağlayan araçlardır.

Modeller, öğrencilerin içsel süreçlerle sorgulayıp yeni bilgileri oluşturdukları zihinsel temsillerdir (akt: Greca ve Moreira, 2000).

Bazı çalışmalarda araştırmacılar modelleri bilimsel modellerde var olan ortak özelliklerle açıklamıştır. Bu özellikler De Vos (1985), Van Hooft-Brouwer (1996), tarafından şu şekilde açıklanmıştır: (akt: Van Driel ve Verloop, 1999)

-Model, gözle görülemeyen bir özellik için bilgi verir. Ölçeklendirme modellerinde eğer hedef özellikteki yapının birebir aynı ölçüsü kullanılırsa bilimsel model olmaktan çıkar çünkü modeller hedef özelliğin tamamen aynısı olamaz.

-Model gerçeğin aynısı olmamalıdır bu nedenle fotoğraflar model olarak kullanılamaz.

-Model kazanılması istenen özellikle ilişki içerisindedir. Kazanılması istenen bu özellik bir olay, olgu, süreçten oluşabilir.

-Kullanılan modeller hedeflenen özelliğe benzer ve bu özellikle ilgili yapılan araştırmalar esnasında hipotezlerin kurulmasına yardımcı olur.

-Modeller hedeften daha basit yapıya sahiptir bu nedenle oluşturulurken hedefin bazı özellikleri modelde yer almaz.

-Modellerin oluşturulma sürecinde hedef ile olan ilişkisi araştırmacıya tahminde bulunabilme olanağı sağlamalıdır.

-Modeller, etkileşimli bir yapıya sahiptir eğer hedef özellik ile ilgili yeni bilgiler ortaya çıkarsa güncellenebilir.

Gilbert (2004) tarafından modellerin sahip oldukları özellikler şu şekilde sıralanmıştır;

-Model betimlediği maddeden daha büyük veya daha küçük yapıda bulunabilir.

-Modeller soyut kavramları betimleyebilirler, modelleme sonucu ortaya çıkan varlıklara nesne özelliğine sahip gibi davranılabilir.

-Model hem soyut kavramları açıklarken hem de etkilediği maddelerin gösterimlerini ifade edebilirler.

-Model, bir durumun içerisinde birbirleri ile belli ilişki içinde olan nesnelere ifade edebilir.

-Bir durumun birden fazla ögesinin değişkenlik gösterdiği bir aşamaya sahip olabilirler.

-Model, bir durumun belli bir süre içerisindeki açıklaması olabilir.

Öğrenciler kendilerinde var olan bilgi ve kavramları model oluşturarak anlamlı bütünler haline getirebilirler.

Genel olarak modellerin sahip olduğu özellikler;

-Modeller doğal değildir. İnsanlar tarafından türetilmişlerdir. Örnek olarak insan beynini anlatırken ceviz kullanmak, cevizin şekline anlam vermiş oluruz. Bu nedenle ceviz yapay bir nesne olmasa da ona başka bir anlam yüklendiği için model doğal olma özelliğinden çıkmış olur.

-Yararlıdır. Modeller belli bir amaca hizmet ederler. Bir durum içerisindeki evrenin tamamını değil hedeflenen örnekleme temsil eder.

-Modeller karmaşık değildir. Amaçlanan bilgiden daha basit yapıya sahiptirler.

-Hedeflenen bilgilerin yorumlanmış halidir.

-Modeller geliştirilebilir, değiştirilebilir ve yenilenebilir özelliklere sahip olması nedeniyle tamamlanmamışlardır.

Modeller;

Soyut kavramları açıklanabilir hale getirmek için kullanılırlar. Modeller kişiye özgü olmasına rağmen bir durumu yansıtabilirler (Örnek, 2008). Mutlaka hedef ile bir ilişki içerisinde olmalı fakat tamamen hedefin aynısı olmamalıdır. Örneğin; fotoğraf gibi. Model gerçeğin bir resmi değildir, bilgiyi bir üst düzeye taşımaya yardım eder. Örneğin; fen bilimlerinde kullanılan insan vücudunun modeli, bir insanın organlarının şekil, boyut ve yapı olarak tamamen aynısı değildir. Ancak organların genel özellikleri hakkında bilgi edinmemize yardımcı olur. Modeller birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Nesnelerin betimlenmesinde, problemlerin çözümlenmesinde, durumların açıklanmasında, soyut olayların somutlaştırılmasında kullanılmaktadır. Genellikle hedefi daha basit hale getirirler ve öğrenciler için rehber görevi görürler. Modellerin yordayıcı özelliğe sahip olmaları gerekmektedir. Elde var olan bilgileri açıklamak için kullanılırlar ve gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutan bir rol üstlenirler.

Norman (1983) modelleri bir olayın şematik gösterimleri olarak tanımlamıştır. Doğrudan gözlenemeyen olayların açıklanması işlemine modelleme, bu işlem sonucunda elde edilen ürüne de model adını vermiştir. Bireyler deneylerden alınan sonuçları belirtmek için modelleri kullanırlar (Chittleborough ve

Treagust, 2007). Model kullanımı ile edinilen bilgilerin kullanılması ve akılda kalması kolaylaştır (Günbatar ve Sarı, 2005).

Modeller bilimsel olayların açıklanabilmesi ve daha basit hale getirilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Gilbert, 1995). Modeller; bir nesnenin, olgunun, olayın veya sistemin temsilidir (Gilbert ve Boulter, 1998). Modeller, bireyin zihninin gerçeği yapılandırılmasını sağlar (Johnson-Laird, 1994). Bilimsel sürecin vazgeçilmez bir parçası bilimsel modellerdir (Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002). Morrison ve Morgan (1999), tarafından bilimsel modellerin özellikleri şu şekilde açıklanmaktadır:

Ölçme işlemlerinde kullanılabilirler.

Kullanılan teoriler ve dış dünya anlaşılabilir.

Modeller oluşturulurken analogilerden de faydalanılır.

Öznel ve bağımsızdır.

Modellerin dış dünya ve kullanılan teoriler arasında bir ilişkisi vardır.

Özet olarak modeller fizik, kimya tıp, astronomi gibi birçok bilimde yardımcı niteliğe sahiptir. Modeller ile dış dünyada meydana gelen olaylar ile teorik bilgi arasında anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. Fen filozofları evrenin kesin fiziksel özelliklerinin olduğunu söyler ve model kavramını bunu açıklamak için kullanırlar (Hestenes, 1996). Bunun sonucunda fen eğitiminde model kullanımı büyük bir önem taşır.

Fen Eğitiminde Modeller

Fen bilimleri doğayı ve doğada gerçekleşen olayları anlamaya olanak sağlayan bilim dalıdır. Fen eğitimi bilimin ve teknolojinin sürekli değişmesi

nedeniyle ve değişen teknoloji ve bilgiyle etkileşim halinde olması nedeniyle dinamik bir süreçten oluşur. Fen eğitimi ile öğrenciler bilimsel bilgileri anlamlandırabilmekte, düşünme ve sorgulama becerilerini geliştirebilmekte ve soyut olan kavramları somut bir şekilde gözleyebilmektedir. Fen eğitiminde hedeflerin nasıl kazandırılacağı büyük rol oynar. Hedefleri kazandırmanın en kolay seçeneklerinden biri derslerde uygun yöntem ve teknik kullanmaktır (Güven Yıldırım, Köklükaya ve Aydoğdu, 2016). Kullanılan yöntem ve tekniklerin öncelikle hedef ve öğrenenin özelliklerine göre olması gerekir. Günümüzde bilginin bireye doğrudan aktarılmasından ziyade bireylerin bilgiye ulaşması amaçlanmaktadır. Bilimsel bilgiler özellikle bazı öğrenciler için çok karmaşık görünebilirler. Bu nedenle bilim insanları ve eğitimciler bilimsel fenomenlerle ilgili açıklamalarını ve düşüncelerini paylaşmak için farklı temsil biçimleri olarak modeller kullanmayı tercih ederler.

Bireylerin bilgiyi kendi zihinlerinde yapılandırması öğrenmenin daha kalıcı olmasını sağlar. Kalıcı öğrenmelerin sağlanmasında modelleme süreçleri etkin görev alır. Fen eğitiminde de eğitim öğretimde model kullanılması büyük önem taşır. Model, fen eğitiminde bilinen bir durumdan bilinmeyene geçişi sağlayan sistem olarak ifade edilebilir (Ünal-Çoban, 2009). Modelleme ile araştırma-incelemenin temelleri atılır ve bireyler sorgulamaya yönelir ve bunun sonucunda bireyler sahip oldukları zihinsel modelleri geliştirip kullanabilirler. Fen bilimleri eğitiminde de model kullanımı ve modelleme oldukça önem taşır. Örneğin;

-Gabel ve Sherwood (1980) yaptıkları çalışmada moleküler modellerin kullanılmasının lise öğrencilerinin kimya kavramlarını daha doğru algılamalarına ve geliştirmelerine yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Tanecik seviyesindeki olayların açıklanmasında ve kavratılmasında da analogik modeller tercih edilmiştir.

Gabel ve ark. (1992) su moleküllerinin buharlaşmasını gösterebilmek için pizza tavaına miknatıs yerleştirmeyi uygun gören uygulamalı bir yaklaşım kullanarak tanecik düzeyinde gerçekleşen olayları makroskobik olaylarla ilişkilendirmeyi başarmışlardır. Yazarlar, öğrencilerin makroskobik olayları parçacık düzeyiyle ilişkilendirebilmeleri için öğretmenlerin fiziksel olayları modellemelerini önerdiler.

Öğrencilere sunulan modellerden bir diğeri de ders kitaplarında yer alan görsel modellerdir. Justi ve Gilbert (2000) ders kitaplarında yer alan atom modellerini incelemiş ve yalnızca sınırlı sayıda atom modeli olduğunu görmüştür. Yazarlar fen müfredatı için 6 model belirlemişlerdir. Antik Yunan modeli, Dalton atom modeli, Thomson atom modeli, Rutherford, Bohr ve Kuantum modeli. Araştırmacılar bu modeller ile öğrenciler tarafından oluşturulan modeller arasında benzer örüntüler bulmuşlardır (Harrison ve Treagust, 1996, 2000; Nakiboğlu, 2003, 2008; Nakiboğlu ve Taber, 2013). Birden fazla modelin bulunması modellerin sınıflandırılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Modellerin Sınıflandırılması

Alanyazındaki çalışmalara bakıldığında modeller bu konuda çalışma yapan araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde kategorize edilmişlerdir. Harrison ve Treagust (2000); fen öğretiminde bireylerin en iyi şekilde öğrenmelerine yardımcı olabilmek ve bilimsel çalışmaların doğasında modellerin önemli bir yer ettiğini vurgulayarak modelleri kategorilere ayırmışlardır. Harrison ve Treagust (2000) modelleri şu şekilde sınıflandırmıştır;

Ölçek Modelleri

Bu modeller varlıkların fiziksel görünüşünü (renk, şekil vb.) açıklayabilmek için kullanılırlar. Daha çok fiziksel görüntüyü tasvir edebilmek için kullanılsa da

bazı durumlarda içsel süreçleri de ifade edebilirler. Bitki, hayvan, yapı ve arabaların dış görünüşlerinin belirlenmesinde kullanılırlar.

Pedagojik Analojik Modeller

Analojik modeller somut olarak gösterilen hedef özelliklerden bir veya daha fazlasını içerir. Analojik modeller modelin betimlemek istediği özellik ve hedef arasındaki uygunluğu ortaya çıkaracak şekilde tasarlanır. Bu özellikleri tam anlamıyla açıklayabilmek için daha basit hale indirgenmiştir. Kimyada top çubuk modellerinin kullanılması, anatomide plastik insan gövdesi veya kalp bu modellere örnek verilebilir. Analojik modeller somut kavramları, soyut kavramları ve kavramsal süreçleri betimleyebilir. Bu modeller büyüklük açısından ziyade daha çok soyut kavramlar arasındaki ilişkileri yansıtır. Analojik modeller, belirlenen özellik ile model arasında belirli bir ilişki kurarlar. Atom gibi mikroskopik, gözlenemeyen kavramların öğrenciye kazandırılabilmesi için ise öğretmenler tarafından pedagojik modeller kullanılır. Teleskop, mikroskop gibi aletlerle gözlenemeyen örneğin atom molekül gibi kavramların açıklanmasında, anlaşılabilir duruma gelmesinde kullanılırlar.

Sembolik (ikonik simgesel) Modeller

Bu modellere daha çok kimyada kullanılan kimyasal tepkimelerdeki denklemler ve kimyasal eşitlikler örnek verilebilir. Sembolik modellerin tam anlamıyla yorumlanabilmesi için kimyasal tepkimelerdeki formüllerin, denklemlerin açıklanması gerekir. Sembolik modeller, açıklayıcı işlev görürler. Örnek olarak NH_3 amonyakı temsil eden bir sembolik gösterimdir.

Matematiksel Modeller

Fiziksel değişimleri gösteren işlem, denklem, grafik, matematiksel terimleri açıklamak için kullanılırlar ($Q=mc\Delta t$, $PV=nRT$, Charles kanunu, entalpi eşitlikleri gibi). Bu modeller diğer modellerle karşılaştırıldığında en doğru ve açıkladığı özellik hakkında en iyi tahminde bulunan modellerdir. Bu modellerin açıklanmasının öğrenci tarafından yapılması büyük önem arz eder.

Teorik Modeller

Maddesel olarak varlığı bulunmayan (somut olmayan) durumları açıklayabilmek için kullanılır. Gaz basıncını açıklamak için kinetik teorinin kullanılması teorik modellere örnektir. Teorik modeller bireyler tarafından açıklanmış ve teorik temellere dayandırılmıştır.

Haritalar, Diyagram ve Tablolar

Bireylerin basit bir şekilde görselleştirebildiği durumları açıklar. Kimyada kullanılan periyodik cetvel, kimyasal akış diyagramları, insan vücudundaki sistemlerin (sinir ve dolaşım gibi) diyagramları, elektrik devresi diyagramları örnek olarak verilebilir.

Kavram Süreç Modelleri

Fen kavramlarının büyük bir kısmı varlıklardan değil süreçlerden meydana gelir. Yükseltgenme-indirgenme modelleri, asit baz tepkimelerini gösteren modeller, denge modelleri gibi modeller örnek verilebilir.

Simülasyonlar

Gerçek hayatta uygulanması ve gösterilmesi zor olan durumları açıklayabilmek için kullanılan modellerdir. Trafik kazaları, otomobil sürüşü, uçakların kullanılması, nükleer tepkimeler gibi karışık olan durumları gösterebilmek

için kullanılır. Bu modellerle birlikte bireyler can ve mal hasarına uğramadan kazanılması gereken özellikleri kazanabilirler.

Sentetik Modeller

Bu modeller ile bireyler zihinlerindeki aşamaları öğretmenlerinden aldıkları bilimsel bilgilerle bir araya getirerek yeni bilgiyi kazanabilir.

Zihinsel modeller

Zihinsel modeller bireye özgü olup içsel süreçlerin bir yansımasıdır. Zihinsel modeller yeniliğe açıktır ve yeni durumlar karşısında değişebilir, kesin sınırları yoktur.

Modeller, Örnek (2008) tarafından zihinsel modeller ve kavramsal modeller olarak sınıflandırılmıştır. Kavramsal modeller matematiksel modeller, bilgisayar modelleri ve fiziksel modeller olarak ayrılmıştır.

Kimya Eğitiminde Modelleme

Kimya maddenin özelliklerini, maddenin yapısını, doğasını ve maddedeki enerji değişimlerini inceleyen, maddelerin nitelik ve niceliklerinin belirlenip, deneyler yardımıyla belirlenen özelliklerin doğruluk derecesini tespit eden bir bilim dalıdır. Bu kadar kapsamlı incelemeler yapan kimya bilimi öğrenciler tarafından genellikle soyut olarak görülen bir disiplindir. Kimyanın soyut olma özelliğini daha aza indirebilmek amacıyla bilim insanları çok büyük uğraşlar vermektedirler. Güncel ve günlük hayattan konularla bağdaştırarak anlatılan kimya dersleri öğrenciler için çok daha dikkat çekici hale gelir. Kimya öğretimi sırasında izlenen yollar öğrencinin ders hakkındaki tutumunu belirler. Kimya eğitimini daha eğlenceli, zevkli ve kalıcı hale getirebilmek adına ezber bilgileri aktarmaktansa öğrencilerin

bilgileri yaparak yaşayarak kazanabileceği şekilde bir eğitim anlayışı izlenmelidir. Teorik kavramlarda başarılı olmak kimyayı anlamak için yeterli değildir. Kimyasal olayları anlamak için sembolik, mikroskobik ve makroskobik olayları etkili ve bir bütünlük içinde kavrayabilmek gerekir (Johnstone 1991; 1993). Tam olarak bir kimya anlayışı oluşturabilmek için bireylerin bu üç fenomen arasında bağlantı kurması gerekir.

Kimya eğitiminin daha etkili bir şekilde uygulanabilmesi için model kullanımı da son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Kimyacılar diğer bilim insanları gibi verileri açıklamak, olayları tahmin etmek ve anlamaya yardımcı olmak için modelleri kullanırlar (Gilbert ve Rutherford, 1998a, b). Kimya biliminde çok küçük tanecikler olan atom, molekül, iyon gibi kavramlarla çalışıldığından tanecik düzeyindeki olayları aydınlatılabilmek için modeller kullanılması önem taşımaktadır. Karmaşık ve soyut konuların öğrenciler tarafından etkili bir şekilde anlaşılabilmesi için zihinsel modellerin tespiti önemlidir (Johnson-Laird, 1983; Vosniadou, 1994).

Kimya konularında zihinsel modeller oluşturabilen bireyler, problemlerin çözümünde var olan kavramları kullanabilir ve bilgileri birbiri ile ilişkilendirerek anlamlı öğrenmeyi sağlarlar (Atasoy, Genç, Akkuş ve Kadayıfçı, 2007).

Öğrencilerin zihinsel modellerinin açıklanması üzerine yapılan çalışmalar genellikle atom teorileri (Harrison ve Treagust, 1996), kinetik teori (Taylor ve Lucas, 1997) ve kimyasal bağlar konusu üzerinedir (Nicoll, 2001; Taber ve Coll, 2002). Bu kavramlar daha çok soyut kavramlar olup model kullanımı ile daha somut ve anlaşılabilir hale getirilebilir. Bu konular yanında bu çalışmanın konusu olan titrasyon konusu da öğrenciler için soyut kalmaktadır. Titrasyon literatürde şu şekilde yer almaktadır;

Değişimi bilinmeyen bir çözeltinin derişimini derişimi bilinen bir çözelti ile bir indikatör varlığında belirlemeye yarayan volumetrik tekniğe titrasyon denir.

Titrasyon nicel kimyasal analizlerin kullanıldığı yaygın bir laboratuvar tekniğidir. Bu yöntem ile belirli bir analitin bilinmeyen konsantrasyonu belirlenir. Hacim ölçümü volumetrik analiz olarak bilinir ve titrasyonda önemlidir. Amaçlarına göre ve izlenen yola göre birçok titrasyon türü vardır. Bununla birlikte kantitatif kimyasal analizde en yaygın olanları asit baz titrasyonu ve redoks titrasyonudur.

Titrasyonlar şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Asit-baz titrasyonları
- Redoks titrasyonları
- Çöktürme titrasyonları
- Kompleksometrik titrasyonlar

Asit-Baz Titrasyonları

Bir asidin gücü standart baz çözeltisi kullanılarak bulunabilir. Bu olaya asidimetri denir ve bir tür nötralizasyon titrasyonudur. Aynı şekilde bir bazın kuvveti de standart bir asit çözeltisi ile belirlenebilir ve bu işlem de alkalimetri olarak bilinir. Asit baz titrasyonları ile derişimi bilinen bir asit ya da baz çözeltisi kullanılarak derişimi bilinmeyen asit ya da baz çözeltisinin derişimi tespit edilir ve bu bir nicel analiz yöntemidir. Asit baz reaksiyonlarında pH kontrol edilir.

Asit baz reaksiyonu asit veya bazın analit ile arasındaki reaksiyonuna dayanır. Bu titrasyonlarda istenen pH seviyesine ulaşana kadar standart çözelti ile reaktif karıştırılır ve daha çok pH'daki değişime bağlıdır.

Redoks Titrasyonları

Yükseltgenme indirgenme titrasyonları olarak da bilinen bu titrasyonlar, sulu çözeltideki iyonların kimyasal reaksiyon sırasında elektron transferi yapmasına dayanır. Bu titrasyonlar kullanılan reaktife göre şu şekilde isimlendirilirler;

-Permanganat Titrasyonları

-Dikromat Titrasyonları

-İyodimetrik ve İyodometrik Titrasyonlar

Permanganat Titrasyonları

Bu titrasyonlarda permanganat yükseltgeyici madde olarak kullanılır, seyreltik sülfürik asit kullanımı ile korunur. Bu tür titrasyonlarda potasyum renkli olduğu için ve indirgenme ürünü Mn^{+2} renksiz olduğu için renklenme olması veya renk kaybolması anlaşılacağı için indikatör kullanımına gerek yoktur.

Dikromat titrasyonları

Potasyum dikromatın asidik ortamda yükseltgeyici madde olarak kullanıldığı titrasyonlardır. Potasyum dikromat çözeltisi doğrudan titrasyonlarda kullanılabilir. Esas olarak demirli tuzların ve iyodürlerin tahmini için kullanılır.

İyodimetrik ve İyodometrik Titrasyonlar

Bu tür titrasyonlarda iyodun iyodür iyonlarına indirgenmesi ve iyodür iyonlarının serbest haldeki iyota yükseltgenmesi meydana gelir. Çözeltide bir indikatör kullanılır. İyodometrik titrasyon dolaylı bir yöntem iken iyodimetri doğrudan bir titrasyon yöntemidir.

Çöktürme Titrasyonları

Bu tür titrasyonlar iki madde birbiri ile reaksiyona girdiğinde çözünmeyen bir çökelti oluşumuna dayanır ve çökeltme titrasyonu olarak adlandırılır. Örnek olarak,

gümüş nitrat çözeltisi bir amonyum tiyosiyanat veya sodyum klorür çözeltisi kullanıldığında bu çözelti ile tepkimeye girer ve beyaz bir gümüş tiyosiyanat veya gümüş klorür çökeltisi oluşturur.

Kompleksometrik Titrasyonlar

Kompleksometrik titrasyon eşdeğerlik noktasında ayrışmamış bir kompleksin oluştuğu titrasyondur. Etilendiamintetraasetik asit (EDTA), metallerle kompleksler oluşturan önemli bir reaktiftir.

Zihinsel Modeller

Model kullanımı eğitim-öğretim sürecinde önemli bir yere sahiptir (Coll, France ve Taylor, 2005). Modeller ile karışık olan olaylar zihinde daha basit hale gelerek anlaşılabilir olur (Barnett, Barab ve Hay, 2001). Modeller gerçeğin tamamen aynısı olmadıkları için kullanılan kavrama ek olarak yeni tanımlar da getirir (Gobert ve Buckley, 2000; Harrison, 2001).

Modeller, bireylerin bilgileri daha kolay açıklayabilmelerini ve eleştiri yapabilmelerini sağlayarak bilgiye ulaşabilme becerisini kazandırır (Durmuş ve Kocakulah, 2006). İç sürecini bilmediğimiz olayları anlamlı hale getirebilmek ve kurulan birtakım hipotezleri deneyebilmek için modeller kullanılır.

Teorik bilginin açıklanması ve doğa olaylarının anlamlandırılmasında fen eğitiminde modellerden faydalanılır (Grosslight, Unger, Jay ve Smith, 1991). Bireyler öğrenme sürecinde problemlerle karşılaştıklarında zihinlerinde çözümler sıralanır ve bunlar modeller aracılığı ile olur (Tezci ve Uysal, 2004). Eğer öğrencinin eski bilgileri ile yeni bilgileri arasında ilişki kurulamazsa bir dengesizlik oluşur ve zihinsel modeller oluşturulmaya başlanır. Var olan bilgi ile eski durum arasında zihinsel model oluşturulur (Sözcü, 2015).

Zihinsel modeller, bireylerin bilişsel işlemler sonunda ürettiği ve inanışların, düşüncelerin veya olayların özel bir çeşit zihinsel temsili olarak tanımlanabilir (Harrison ve Treagust, 2000). Zihinsel modeller, zihin içi süreçlerin bir temsilidir ve bilişsel aşamalar sonucunda zihinde oluşurlar (Harrison ve Tregust, 2000). Oluşturulan bu zihinsel modeller değişebilir özelliğe sahiptir. Bireyler kendilerinde var olan bilgileri yeni bilgilerle sentezleyerek veya değiştirerek güncel hale getirirler. Buradaki önemli nokta modelin son halinin kullanılabilir olmasıdır (Greca ve Moreira, 2000).

Zihinsel model, bireylerin bilişsel süreçleri sonunda oluşan içsel temsillerdir (Kaya, 2010; Vosniadou ve Brewer, 1992; Vosniadou ve Brewer, 1994).

Zihinsel modeller içsel süreçler sonucunda üretildiği için, bireylerin zihinsel modellerini tam anlamıyla saptayabilmek mümkün değildir (Coll ve Treagust, 2003). Zihinsel modelleri saptayabilmek için öncelikle zihinsel modellerin özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Zihinsel modellerin içerdiği özellikler Franco ve Colinvaux (2000) tarafından (akt. Örnek, 2008) şu şekilde açıklanmıştır;

- Zihinsel modeller üretkendir. Bireyler zihinsel modelleri kullanırken yeni bilgi oluşturabilir ve bu bilgiyi kullanabilir.

-Zihinsel modeller örtük bilgiye sahiptir. Zihinsel modele sahip olan öğrenci, zihinsel modelinde var olan birtakım özellikleri bilmez. Durumlar karşısında tahminler oluşturabilir ama kendinde var olan modeli tam anlamıyla bilmediği için bilinç dışı gerçekleşir.

-Zihinsel modeller yapaydır. Zihinsel modeller hedeflenen sistemin basitleştirilmiş temsilleridir.

-Zihinsel modeller bireylerin dünya görüşüyle sınırlıdır. Zihinsel modeller kişiye özgü oldukları için kişilerin dünyayı nasıl algıladığı ile sınırlı kalmıştır. Bireyler kendi içsel durumlarına göre zihinsel modellerini geliştirebilirler.

Bireyler zihinsel modellerine dayanarak olayların varlığını, dışarıdan nasıl görüldüğünü ve var olan durumunu tanımlayarak gelecek için yordamalarda bulunur (Greca ve Moreira, 2000; Jonassen ve Cho, 2008; Norman, 1983; Rouse ve Morris, 1986'dan akt., Bland ve Tessmer, 1999, s. 473).

Zihinsel modeller soyut oldukları için doğrudan tespit etmek güçtür fakat kullanılan beden dili, yapılan konuşmalar, yazı ve çizimler hakkında yorum yapılarak zihinsel modeller belirlenebilir (Justi ve Gilbert, 2000). Zihinsel modeller, bireylerde mevcut olan bilgilerin dış dünya ile etkileşime girmesi sonucu, her bir durumun daha önceki durumla ilişkilendirilmesi sonucunda ortaya çıkarlar (Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş 2007). Zihinsel modeller eğer gerçeğe uygun bir şekilde şekillendirilmezse bireyde yanlış bilgi oluşumuna, daha önceden kazanılmış yanlış bilgiler varsa da hatalı zihinsel modellerin ortaya çıkmasına yol açabilir (Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2002). Bundan dolayı zihinsel modellerin doğru bir şekilde tespit edilmesi, bireylerin algıları ve var olan bilimsel kuramlar hakkında ipucu verebilir (Coll ve Treagust, 2003; Park, 2006).

Coll ve Treagust (2003), zihinsel modelleri fiziksel zihinsel modeller ve kavramsal zihinsel modeller olarak iki kategoriye ayırmıştır. Olayların ve durumların fiziksel boyutu fiziksel zihinsel modeller ile açıklanırken, zihinde yer alan soyut bilgilerin biçimlendirilmesi kavramsal zihinsel modeller aracılığı ile olur.

Zihinsel modeller öğretmenler tarafından sunulduğunda öğretim modelleri olarak kabul edilirler. Konular çeşitli eğitim seviyelerinde farklı içeriklere sahip

olabilir. Lisans seviyesinde konular daha soyut olabilir bunun sonucunda öğretim modelleri seviyeye göre farklılaşabilir (Coll ve Treagust, 2003). Öğretim modellerinde bazı ölçütler vardır, bu ölçütler Gilbert, Boulter ve Rutherford (2000) tarafından şöyle belirlenmiştir;

- Bireylerin gereksinimlerine göre bilgiler detaylı bir şekilde ele alınmalıdır.
- Modeller bireyler için açık ve anlaşılabilir düzeyde olmalıdır.
- Modellerin hedeflediği konu açık olmalıdır ve aktarım dili net olmalıdır.
- Modellerin hedeflenen kavram ve kavramın temelinde yatan teori ile açık bir ilişki kurması gerekir.

Zihinsel modeller dünyada kazanılan tecrübeler sonucu bireyin bunları algılama süreci ile ilgilidir (Hestenes, 2006). Zihinsel modeller bireylerin zihnindeki görsellerin bir sonucudur ve kişiye özgü yapıları gösterirler (Karagöz, Arslan, 2012).

Zihinsel modeller bireylerin bilişsel süreçler sırasında ürettiği nesnelere, fikirlerin içsel temsileridir (Buckley ve Boulter, 2000; Harrison ve Treagust, 2000). Öğrenciler bu modelleri akıl yürütmek, açıklamak, tahmin etmek, fikirlerini iletmek veya problem çözmek için kullanırlar (Borges ve Gilbert, 1999; Buckley ve Boulter, 2000; Greca ve Moreira, 2000; Harrison ve Treagust, 2000). Öğrenenler zihinsel modelleri özümseyemediklerinde yeni deneyimleri kazanabilmek için mevcut modeli değiştirerek büyük ölçüde farklı bir model oluşturabilirler (Glynn ve Duit, 1995).

Zihinsel modeller önermesel akıl yürütmeyi kapsar (Briggs, 2004) ve fiziksel varlıkları zihinsel olarak veya soyut kavramları zihinsel olarak temsil eder (Coll ve Treagust, 2003b). Öğretmenlerin öğretim amacıyla oluşturdukları kavramsal

zihinsel modeller daha çok bilimsel özelliğe sahiptir ve bilimsel bilgilerle uyumludur. Yapılan deneyler sonucu test edilen zihinsel modeller, bilimsel literatürde yayınlanır ve bilim dünyası tarafından onaylanırsa bu modellere bilimsel modeller denir (Coll ve Treagust, 2003'a; Franco ve Colinvaux, 2000).

Zihinsel modeller gerçeğin birebir aynısı olmadığı için kavramların esas özelliklerinden farklılaşabilirler. Bu da zihinsel modellerin öznel bir yapıya sahip olduğunu gösterir. Zihinsel modellerin farklı olması her bireyin daha önceki yaşam tecrübeleriyle ortaya çıkar (Kurnaz, Tarakçı, Aydın ve Pektaş, 2013).

Zihinsel Modellerle İlgili Yapılmış Yurt İçi Çalışmalar

Alanyazın incelendiğinde fen bilimleri alanında zihinsel modellerin belirlenmesine yönelik olarak yapılmış farklı konularda çeşitli çalışmalara rastlanmaktadır.

Aydın (2020), yapmış olduğu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının elektrik ve manyetizma konusunda zihinsel modellerinin ortaya çıkarılmasında kavram haritalarının önemine odaklanmıştır. Araştırmada Fen ve Teknoloji Laboratuvarı Uygulamaları I dersi alan 2.sınıfa giden 95 öğretmen adayı araştırmanın konusu hakkında deneylerle kavram haritası oluşturmuşlardır. Deneyler sonucunda ulaşılan veriler öncelikle nitel olarak analiz edilerek nicel verilere dönüştürülmüştür. Çalışmanın sonunda sınıf öğretmeni adaylarının zihinsel modellerinin tespitinde kavram haritalama yönteminin kullanılabileceği ortaya çıkmıştır.

Sönmez (2020), argümantasyon temelli sınıf içi etkinliklerin 6.sınıf öğrencilerinin sesin madde ile etkileşmesi konusunda akademik başarılarının ve zihinsel modellerinin etkisini ortaya çıkarıcı bir çalışma yapmıştır. Araştırmada devlet okulunda eğitimine devam eden 56 6.sınıf öğrencisi yer almıştır. 28 öğrenci

kontrol grubunda, 28 öğrenci ise deney grubunda yer almıştır. Öğrencilerin açıklamaları ve çizimleri sonucu zihinsel modelleri ilkel, sentez ve bilimsel zihinsel model olmak üzere üçe ayrılmıştır. Araştırmanın sonucunda deney grubundaki bireylerin ve kontrol grubundaki bireylerin zihinsel modelleri arasında büyük bir fark olmadığı ortaya çıkmıştır.

Çil (2019), yapmış olduğu çalışmada planetaryumla desteklenmiş fen öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarının ve zihinsel modellerine etkisinin belirlenmesini incelemiştir. Araştırmada toplam 39 öğrenci yer almıştır. Veriler zihinsel model testi, akademik başarı testi, öğrenci görüş formları ile elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda planetaryum destekli fen öğretimi gören öğrencilerin akademik başarılarının ve zihinsel modellerinin daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

İyibil Durukan (2019), yapmış olduğu çalışmada Elektrik Akım Konusuna Yönelik Tasarlanan Adidaktik Öğrenme Ortamlarının Lisans Öğrencilerinin Zihinsel Modellerinin Gelişimine Etkisini incelemiştir. Fen bilgisi eğitimi anabilim dalında öğrenim gören lisans öğrencilerinden genel fizik 2 ve genel fizik 2 laboratuvarı dersleri alan 27 öğrenci çalışmada yer almıştır. Öğrencilerin akademik düzeylerinin ve zihinsel modellerinin belirlenmesi amacıyla başarı testi, klinik mülakat verileri, anlama seviyeleri kullanılmıştır. Öğrencilere ön, son ve geciktirilmiş uygulamalar kullanılmıştır. Tasarlanan öğrenme ortamları ile öğrencilerin akademik başarıları, zihinsel modellerinin gelişimi olumlu yönde etkilediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Özkaya Salman (2019), yapmış olduğu çalışmada lise öğrencilerinin hücre zarından madde geçişleri konusundaki zihinsel modellerinin belirlenmesini incelemiştir. Araştırma çeşitli sınıf seviyelerinden 80 öğrenci ile yapılmıştır. Konu ile ilgili açık uçlu 4 soru hazırlanmıştır. Bireyler cevapları yazarak veya çizerek

ifade etmiştir. Araştırma verileri incelendiğinde öğrencilerin konuyla ilgili eksik bilgilerinin olduğu ortaya çıkmıştır.

Günay (2019), fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik zihinsel modellerini incelemiştir. Araştırma çeşitli sınıf düzeylerinde eğitim gören 200 öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda sınıf seviyelerine göre zihinsel modellerin farklılaştığı tespit edilmiştir. Daha üst sınıf düzeylerinde bulunan öğrencilerin genel olarak araştırmacı zihinsel modele sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Aksoy Deviren (2019), yapmış olduğu çalışmada ortaokul öğrencilerinin enerji ve enerji dönüşümüne ilişkin zihinsel modellerini tespit etmek ve zihinsel modelleri kategorilere göre ayırmayı amaçlamıştır. 140 öğrenci ile yürütülen araştırmada öğrencilere açık uçlu sorular yöneltilmiş ve öğrencilerden enerji dönüşümü ile ilgili resim çizmeleri istenmiştir. Elde edilen cevaplar betimsel analiz yöntemi ile incelenmiştir. Bu cevaplar sonucu öğrencilerin zihinsel modelleri bilimsel, sentez ve ilkel zihinsel model olarak ayrılmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin yaşı arttıkça verdikleri cevapların bilimsel modele uygun olduğu ortaya çıkmıştır.

Öztekin (2018), fen bilimleri öğretmen adaylarının üç aşamalı tanı testi ile geometrik optik konusundaki zihinsel modellerini belirlemiştir. Çalışma 3.sınıfa devam eden 50 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının konu ile ilgili kavramsal bilgileri ifade edebildikleri ancak çizim konusunda sorun yaşadıkları anlaşılmıştır.

Dinçer (2018), fizik öğretmen adaylarının elektrik ve manyetik alan kavramları ile ilgili zihinsel modellerini tespit etmiştir. Çalışma 22 fizik öğretmen

adayı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarının uygulamadan önce ve sonra zihinsel modelleri belirlenmiştir. Zihinsel modellerin belirlenmesinde yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda elektrik ve manyetik alan kavramları ile ilgili 6 zihinsel model tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarıyla bir buçuk sene sonra yapılan görüşmede zihinsel modellerinin kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Karagöz Mırçık (2018), basit elektrik devreleri konusu ile ilgili kavramların öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7E öğretim modelinin öğrencilerin zihinsel modelleri üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırma 44 deney, 42 kontrol grubu olmak üzere 86 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Hipotezleri test edebilme amacıyla kavram testi ve öğrencilerin gelişimlerini izleyebilmek için sanal laboratuvar uygulamaları ile elde edilen dosyalar kullanılmıştır. Nitel veriler için ise gözlem ve mülakatlar kullanılmıştır. Araştırmada fizik öğretiminde sanal laboratuvar programları ile farklı öğretim modellerinin birlikte kullanımında öğretmenlere hizmet içi eğitim ve öğretmen eğitiminde sunulması sonucuna ulaşılmıştır.

Muştu (2016), yapmış olduğu çalışmada lise öğrencilerinin evren hakkındaki zihinsel modellerini incelemiştir. Araştırmada öğrencilerin çizimlerinden yararlanılmış, analiz edilmiş ve görüşmeden yararlanılmıştır. Çalışmada 5 9. Sınıf öğrencisi, 5 10.sınıf öğrencisi yer almıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin konu ile ilgili görüşlerinin modern Evren modeli ile örtüşmediği belirlenmiştir.

Yıldız (2016), ısı ve aktarımıyla ilgili sekizinci sınıf öğrencilerinin zihinsel modellerini incelemiştir. Araştırmada 12 adet açık uçlu soru kullanılmış olup 235 sekizinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Öğrencilerin anlama seviyeleri

belirlenerek zihinsel modelleri ortaya çıkarılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin zihinsel modellerinin yeterli seviyede olmadığı belirlenmiştir.

Sözen (2016), 8.sınıf ses ünitesinin öğretiminde kullanılan bilgisayar destekli uygulamaların ve laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve zihinsel modellerinin değişimine etkisini incelemiştir. Çalışmada üç farklı deney grubu ve bir kontrol grubu yer almıştır. Birinci deney grubuna bilgisayar destekli öğretim, ikinci gruba laboratuvar etkinlikleri, üçüncüsüne hem bilgisayar hem laboratuvar destekli plan uygulanmıştır. Çalışma sonucunda bilgisayar ve laboratuvar destekli öğretim gören öğrencilerin kontrol grubuna göre anlamlı fark olacak şekilde başarılı olduğu ve bu gruptaki öğrencilerin uygulamadan önceki zihinsel modellerinin uygulamadan sonra daha bilimsel modele yaklaştığı belirlenmiştir.

Yüzbaşıoğlu (2015), 416 sekizinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirdiği çalışmada öğrencilerin ses konusundaki zihinsel modellerini belirlemeye çalışmıştır. Çalışma sonucu öğrencilerin zihinsel modellerinin genel olarak bilimsel model olduğunu ve öğrencilerin zihinsel modellerinin genel olarak yeterli olduğunu belirlemiştir.

Sözcü (2015), yapmış olduğu çalışmada 7.sınıfa giden 311 öğrencinin bilimsellik değerine ilişkin zihinsel modellerini belirlemeye çalışmıştır. Araştırma nitel ve nicel olacak şekilde yürütülmüştür. Zihinsel modelleri tespit etmek için hazırlanan veri toplama aracı bilimsellik değeri öğretilmeden önce ve öğretildikten sonra iki kez uygulanmıştır. Çalışma sonunda uygulama yapılan okullardan ikisinde öğrencilerin son teste ön teste göre bilimsel zihinsel modellerinde düşüş yaşandığı gözlenmiştir. Kız öğrencilerin bilimsel zihinsel modellerinin erkek

öğrencilere göre daha fazla olduğu fakat erkek öğrencilerdeki değişimin daha çok olduğu görülmüştür.

Karacan (2014), yapmış olduğu çalışmada 29 fizik öğretmeni ve 7 öğretmen adayının elektrik akımı konusundaki zihinsel modellerini yarı yapılandırılmış mülakat ile incelemiştir. Araştırma sonucunda çalışmada yer alan bireylerin zihinsel modelleri 5 model şeklinde sıralanmıştır ve bazı cevapların bilimsel modellerle uyduğu bazılarının ise kavram yanılgısı içerdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Didiş (2012), lisans öğrencilerinin gözlenebilir fiziksel büyüklüklerin kuantize olması hakkındaki zihinsel modellerini incelemiştir. Veriler görüşme, test, gözlem, günlük gibi araçlarla toplanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerde konu ile ilgili 6 zihinsel model belirlenmiş, bu modeller motivasyon, ders kitapları, inanış, konu sıralaması gibi faktörlerden etkilenmiş ve bu modeller sıralanan faktörlerden farklı oranda etkilenmiştir.

Çakır (2011), üstün yetenekli öğrencilerin iletkenlik ve yalıtkanlık kavramları hakkındaki zihinsel modellerini incelemiştir. Çalışma 10 üstün yetenekli öğrenci ile yürütülmüş olup test, TGA, kavram haritalama yöntemi kullanılmış ve öğrencilerle mülakat yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin bazı konularda zihinsel model oluştururken zorlandıkları fakat öğrencilerin genel olarak zihinsel modellerinin net ve yüksek geçerliliğe sahip olduğu gözlenmiştir.

İyibil (2010), farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını anlama düzeylerinin ve ilgili kavramlara ait zihinsel modellerinin analizini 293 öğretmen adayıyla gerçekleştirmiştir. Veri toplama aracı olarak başarı testi ve mülakat protokolü kullanılmıştır. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının ilgili konu ile ilgili yeterli açıklama yapamadıkları ve

astronomi konusu ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları gözlenmiştir. Çeşitli branşlardaki öğretmen adayıyla gerçekleştirilen bu çalışmada 9 farklı zihinsel model tespit edilmiş olup fen bilgisi ve fizik öğretmen adaylarının okul öncesi ve sınıf öğretmen adaylarına göre daha fazla bilimsel bilgi içeren modele sahip oldukları belirlenmiştir.

Kıvrak (2018), ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin çevre kirliliğine yönelik zihinsel modellerini incelemiştir. Çalışma 110 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmacının hazırladığı görüşme formu veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Veriler içerik analiz tekniği ile analiz edilmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonucunda çocukların sosyo-kültürel çevresinin konu ile ilgili zihinsel modellerini etkileyebileceğine ulaşılmıştır.

Şahin (2018), çevre kavramlarına yönelik öğrencilerin zihinsel modellerine ulaşarak ortaya çıkan görüşleri bilişsel haritalarla sunmayı amaçlamıştır. Verilerin analizi için içerik analizi kullanılmıştır. Araştırmada asıl uygulamada 8. sınıfa giden 12 öğrenci yer almıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplardan yola çıkarak bilişsel haritalar oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin konu ile ilgili zihinsel modellerinde çevre kavramları ile ilgili birtakım eksiklikler olduğu ortaya çıkmıştır.

Pekmezci (2017), yapmış olduğu çalışmada 6.sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin değişimini incelemiştir. Araştırmada öğretim öncesi 480 ve öğretim sonrası 490 altıncı sınıf öğrencisi yer almıştır. Çalışmada nitel araştırma metodu kullanılmış olup analiz sonuçları frekans ve yüzde dağılımıyla belirtilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin çoğunluğunun solunum sisteminin anatomik yapısı hakkında alternatif fikirlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır ve öğrencilerin zihinsel modellerinin değişimi belirlenmiştir.

Güler (2017), görme engelli ortaokul öğrencilerinin çevreye yönelik bakış açılarını ve çevre sorunlarına yönelik zihinsel modellerini incelemiştir. Nitel ve nicel yöntem kullanılmıştır. Araştırma 87 öğrenci ile yapılmıştır. Zihinsel modelleri belirleyebilmek amacıyla yapılandırılmış mülakat ve bağımsız kelime ilişkilendirme testi kullanılmıştır. Görme engelli ortaokul öğrencilerinin çoğunlukla çevre sorunlarının farkında olduğu ancak bu sorunları kendi çevreleri ile ilişkilendirerek küresel hale getirmekte zorluk yaşadıkları ortaya çıkmıştır.

Ulusoy Taş (2016), ortaokul öğrencilerinin çevre kavramı ile ilgili oluşturdukları zihinsel modelleri incelemiştir. Çalışmada 5,6,7 ve 8.sınıf olmak üzere 146 öğrenci yer almıştır. Öğrencilerin zihinsel modelleri çizimleri ile belirlenmeye çalışılmıştır ve bu çizimler rubrik ile yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin zihinsel modellerine ulaşılmıştır.

Arık (2014), 109 7.sınıf eko-okul öğrencisinin sera etkisi ile ilgili zihinsel modellerini incelemiştir. Öğrenciler sera etkisi ile ilgili düşüncelerini çizip açıklamışlardır. Bu çalışma sonunda öğrencilerde konu ile ilgili 5 farklı zihinsel model belirlenmiştir.

Emlı (2014), 7.sınıfa giden 185 öğrencinin küresel ısınma konusundaki zihinsel modellerini incelemiştir. Çalışmaya katılan öğrencilere açık uçlu sorular yöneltilmiş olup sonuçlar için frekans analizi kullanılmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin genel olarak konu ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadığı ve zihinsel modellerinin karmaşık durumda olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Aydın (2013), farklı sosyo-kültürel çevrelerde öğrenim gören ilköğretim 8.sınıf öğrencilerinin çevre sorunlarına yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Araştırma 102 öğrenci ile yürütülmüş olup 3 soruluk açık uçlu bir test

kullanılmıştır. Araştırma sonuçları bireylerin sahip oldukları zihinsel modellerin bilimsel modellere genel olarak uygun olduğu yönündedir. Sonuç olarak öğrencilerin ilgili konu ile ilgili sorunları tespit etmede sosyo-kültürel çevrelerinin etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yanış (2012), fen bilgisi öğretmen adaylarının ozon tabakasının içeriği, görevleri ve ozon tabakasının incelenmesi konusu ile ilgili zihinsel modelleri ve ontolojik inançlarını incelemiştir. Araştırmada 24 öğretmen adayına on bir sorudan oluşan görüşme sorusu yöneltilmiştir. Araştırma sonunda fen bilgisi öğretmen adaylarında bazı kavram yanlışları gözlenmiş olup adayların hangi zihinsel modele sahip olduğu ve ontolojik inançları tespit edilmiştir.

Aydın (2011), öğrencilerin hücre bölünmesi ve kalıtım konularındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde ve zihinsel modelleri üzerinde yapılandırmacı yaklaşımın etkisini incelemiştir. Araştırmada 27 deney grubu, 28 kontrol grubu olmak üzere 55 öğrenci yer almıştır. Öğrencilere ön test ve son test uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda yapılandırmacı yaklaşımla desteklenen öğretimin öğrencilerin zihinsel modelleri ve kazanılan bilgilerin kalıcı olması gibi etkenleri olumlu etkilediği gözlenmiştir.

Kılıçoğlu (2019), “maddenin tanecikli yapısı” konusunun model ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarısı ve atomla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma 20 deney, 20 kontrol grubu olmak üzere 7.sınıfa giden 40 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda öğrenciler modeller oluşturmuşlardır. Öğrencilerin konu ile ilgili zihinsel modellerini belirleyebilmek için açık uçlu bir zihinsel model belirleme formu kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda

modellerle yapılan öğretimin öğrenci başarısı üzerinde olumlu etkisi olduğu ortaya çıkmıştır.

Durmuş (2017), ilköğretim 3. ve 4.sınıf öğrencilerinin erime, donma, buharlaşma kavramlarına yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi konusunda çalışmıştır. Araştırma 100 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Veriler çizimler ile toplanıp analizleri ise rubrik yardımıyla yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin erime konusunda kavram yanılgılarının olduğu, buharlaşma konusunda sebep sonuç ilişkisi kurarken güçlük çektikleri belirlenmiştir. Donma konusunu ise yakın çevreleri ile bağlantı kurarak zihinlerinde inşa ettikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Demirkol (2017), 6.sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişimler konusundaki zihinsel modellerinin ve bilişsel yapılarının belirlenmesi konusunda çalışmıştır. 148 öğrenci ile gerçekleştirilen araştırmada 5 soruluk açık uçlu teste yer verilmiştir. Öğrencilerden 28'i ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin kavram yanılgıları ve zihinsel modelleri belirlenerek belirlenen bu modelleri kategorilere ayrılmıştır.

Bilge (2017), 7.sınıf öğrencilerinin atom ve molekül kavramlarına ait zihinsel modellerinin belirlenmesi konusunda çalışmıştır. Araştırma 25 öğrenci ile yürütülmüştür. Veriler klinik mülakat, yapılandırılmış gözlem formu ve video kaydı ile toplanmıştır. Toplanan bu veriler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin konu ile ilgili eksikliklerinin bulunduğu ve model ile ilgili malzeme seçmede birtakım problemler yaşadıkları belirlenmiştir.

Yüce (2013), kimyasal reaksiyonlar konusunda öğretmen adaylarının zihinsel modellerinin belirlenmesi konusunda araştırma yapmıştır. Araştırmada 44

soruluk görüşme formu kullanılmış olup 9 öğretmen adayıyla çalışılmıştır. Elde edilen veriler bilimsel modellerle karşılaştırıldığında uygun olan modellerle birlikte bilimsel modele uygun olmayan modeller de ortaya çıkmıştır. Farklı modellerinin oluşmasının sebebinin bireylerin ön bilgilerinin ve şekilsel modelleme yapabilme yeteneklerinin olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Polat (2012), yapmış olduğu çalışmada öğrencilerin atom konusundaki zihinsel modelleri ile ders kitaplarındaki atom görsellerinin karşılaştırılmasını incelemiştir. Zihinsel modelleri tespit etmek için 2 çizim sorusu ve toplamda 4 açık uçlu soru 180 öğrenciye yöneltilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğrenci çizimleri ve ders kitapları arasında büyük bir uyum gözlenmemiştir ve öğrenciler yeni modellerle karşı karşıya geldiğinde dahi zihinsel modellerini değiştirmelerinin zor olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yalçın (2011), öğrenim öncesi 217, öğrenim sonrası 215 7.sınıf öğrencisinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modellerini incelemiştir. Veri toplama aracı olarak 5 sorudan oluşan açık uçlu bir test hazırlanmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin ilgili konu ile ilgili bazı kavram yanlışlarına sahip olduğu ve konuyu yeteri kadar kavrayamadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Günümüzde geçerli olan Modern Atom Teorisi öğrenim sonrası öğrencilerden yalnızca %5'i tarafından çizilmiştir.

Ulutaş (2010), kimya eğitimi öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki zihinsel modellerini ve bilişsel haritalarını incelemiştir. Pilot araştırmada 5, asıl araştırmada ise 12 öğretmen adayı yer almıştır. Veri toplama aracı olarak görüşme formu kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin zihinsel modellerinin elektrostatik model ile uyumlu olduğu ortaya çıkmıştır.

Taylan Yıldız (2006), ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini incelemiştir. Öğrencilerin konu ile ilgili zihinsel modelleri belirlenmiş ve derslerde kullanılan benzeşim modellerinin ve tarihsel modellerin öğrencilerin zihinsel modellerini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma sonunda ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin zihinsel modellerinin paralel olduğu ve öğrencilerin zihninde Modern Atom Teorisinin yerleşmediği belirlenmiştir.

Zihinsel Modellerle İlgili Yapılmış Yurt Dışı Çalışmalar

Zarkadis, N. ve arkadaşları (2017), öğrencilerin Bohr atom modeli ile ilgili zihinsel modellerini ortaya çıkararak atom modeli ve öğrencilerin zihinsel modelleri arasındaki uyumsuzlukları belirlemeye çalışmışlardır. 10. ve 11.sınıfa giden öğrencilere günlük durumları anlatan altı görev seti sunulmuştur. Nitel ve nicel analiz kullanılmıştır. Analizler sonucunda görevler ile öğrencilerin oluşturdukları zihinsel modeller arasında uyumsuzluklar ve eksikler olduğu belirlenmiştir.

Dankenbring ve Capobiraco (2016); 5.sınıf öğrencilerinin Dünya ve Güneş arasındaki ilişkinin zihinsel modellerini ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Araştırmada deney ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Deney grubu mühendislik tasarımına dayanan fen dersleri, kontrol grubunda ise geleneksel fen dersleri temel alınmıştır. Veriler çizim, açıklama ve yarı yapılandırılmış görüşme ile toplanmıştır. Elde edilen sonuçlar 5 kategoriye ayrılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin Dünya-Güneş arasındaki ilişkide karmaşık düşüncelere sahip olduğu ve bu düşüncelerin değişmesinde zorluk çektikleri belirlenmiştir.

Liu ve Lin (2015), yapmış oldukları çalışmada üniversite öğrencilerinin çevre ile ilgili zihinsel modellerini tespit etmeye çalışmışlardır. Bu zihinsel modellerin

konuya ilişkin duyguları ve konuya yönelik davranışları ile ilişkisi araştırılmıştır. Araştırmada öğrencilerden çizimler yapmaları istenmiştir ve bunun sonucunda üniversite öğrencilerinin çevre ile ilgili eksik zihinsel modeller oluşturduğu belirlenmiştir.

Joolingen, Aukes, Gijlers ve Bollen (2014), yapmış oldukları çalışmada 7-15 yaş arasındaki öğrencilerin temel astronomi seviyelerini anlayabilmek amacıyla bilgisayar üzerinden çizim yapabildikleri bir program olan SimSketch ile Güneş Sistemi'ni oluşturmalarını istemiştir. Yapılan çizimler simülasyon şekline gelmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin genel olarak yaptıkları çizimlerin başarılı olduğu ve yaş arttıkça çizimlerdeki bu başarının arttığı tespit edilmiştir.

Moutinho ve arkadaşları (2014), öğrencilerin sismik etkilerle ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesi konusunda çalışmış olup bu modellerin ortaya çıkarılabilmesi için iki aşamalı bir tanı testini lisans jeoloji ve biyoloji, jeoloji master öğrencilerine uygulamıştır. Araştırma sonucunda lisans öğrencilerinde bulunan zihinsel modellerin master öğrencilerinden daha tutarsız zihinsel modellere sahip olduğu gözlenmiştir.

McClary, L., ve Talanquer, V. (2011), lisans düzeyinde olan 9 öğrenciyle gerçekleştirdikleri çalışmada öğrencilerin asitler ve asitlerin kuvvetleri hakkındaki zihinsel modellerini belirlemeye çalışmışlardır. Veriler yarı yapılandırılmış görüşme ile elde edilmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin konu ile ilgili sahip oldukları inançlar ve sezgiler konu ile ilgili olmayan birçok etmeni düşünmelerine yol açmıştır.

Moseley, Desjean-Perrotta ve Utley (2010), yapmış oldukları çalışmada okul öncesi öğretmen adaylarının çevre ile ilgili zihinsel modellerini tespit etmeye

çalışmışlardır. Yapılan araştırmanın sonunda öğretmen adaylarının büyük bir kısmının çizimlerinde insanları çevreye ait olarak göstermedikleri görülmüştür ve bu sonuçlar öğretmen adaylarında çevre ile ilgili eksik zihinsel modeller olduğunu göstermiştir.

Hrepic, Zolman ve Rebello (2010), yapmış oldukları çalışmada 153 öğrencinin sesin yayılımı ile ilgili zihinsel modellerini tespit etmeye çalışmışlardır. 16 öğrenci ile öğretimden önce ve sonra görüşme yapmışlar, diğer öğrenciler ile ise öğretimden önce veya sonra görüşme yapmışlardır. Sonuçlarda sesin bir varlık olduğu belirten varlık modeli ve dalga modeli kullanılmıştır.

Azaiza, Bar ve Galili (2006) yapmış oldukları çalışmalarda ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin elektrik ile ilgili kavramlarını ve okulda yapılan öğretimle bu kavramların nasıl değiştiğini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda 4 zihinsel model kategorisi belirlenmiştir (tek kutuplu, sentez, çarpışan akımlar ve tek yönlü modeller). Konuyla ilgili öğretim yapılmadan önce bireylerin tek kutuplu modele sahip oldukları fakat öğretimden sonra tek yönlü model ve çarpışan akım modelleri oluşturduğu gözlenmiştir.

Hrepic (2004), öğrencilerin ses konusu ile ilgili zihinsel modellerini belirleyebilmek için elektronik bir yazılım geliştirmiştir. Çalışma sonucunda bireylerin konuyla ilgili zihinsel modeller oluşturduğu ve modellerin oluşmasında rol oynayan birçok etmen olduğu tespit edilmiştir. Bu etmenlerin öğrencilerin zihinsel modellerini önceden belirlemede güçlük oluşturduğu belirtilmiştir.

Samarapungavan, Vosniadou ve Brewer (1996), bireylerin güneş, dünya ve ay konusundaki zihinsel modellerini tespit etmeye çalışmışlardır. Araştırmada Illinois Astronomi Üniversitesi Projesi için geliştirilmiş anket değiştirilerek farklı bir

versiyonda kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda bireylerin yaşamış oldukları kültürden etkilendikleri ve inançları doğrultusunda zihinsel modeller oluşturdukları fakat yeni bilgiler geldikçe zihinsel modellerini sorgulayarak geliştirdikleri belirlenmiştir.

Harrison ve Treagust (1996), 48 ortaokul öğrencisinin (8. ve 10.sınıf düzeyinde) atom ve molekül konuları ile ilgili zihinsel modellerini tespit etmeye çalışmışlardır. Öğrenciler konu ile ilgili şekiller çizmişlerdir ve toplanan veriler içerik analizi kullanarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğretmen ve öğrencilerin kullandıkları dilin alternatif kavramlar oluşturabildiği tespit edilmiştir

Vosniadou ve Brewer (1994), farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin (ilkokul birinci, üçüncü ve beşinci sınıf) gece gündüz oluşumuna ilişkin oluşturdukları zihinsel modelleri tespit etmeye çalışmışlardır. Araştırma sonucunda farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin farklı zihinsel modeller oluşturduğu gözlenmiştir. Birinci sınıftaki öğrenciler gece gündüz oluşumunu günlük olaylarla açıklamış, üçüncü sınıflar zihinsel model ve sentez model olarak açıklamış, beşinci sınıflar bilimsel modele uygun açıklamışlardır.

Vosniadou ve Brewer (1992), bireylerin dünya ile ilgili zihinsel modellerini tespit etmeye çalışmışlardır. Farklı sınıf düzeylerinde (birinci, üçüncü, beşinci sınıf) 60 öğrencinin katıldığı çalışmada 48 maddeden oluşan bir anket kullanılmıştır. Araştırma sonucunda dünya ile ilgili 5 zihinsel model (dikdörtgen, disk, çift, içi boş küre, düzleştirilmiş küre) belirlenmiştir.

Borges (1999), 15 ve 17 yaş aralığında bulunan öğrencilerin elektrik konusu ile ilgili zihinsel modellerini tespit etmeye çalışmıştır. Çalışmada veriler yarı yapılandırılmış görüşme aracılığı ile toplanmıştır. Çalışma sonucunda karmaşık

olmayan durumlarda bile bireylerin elektrik akımını anlamakta zorluk çektiği ortaya çıkmıştır.

Zihinsel modellerle ilgili yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde zihinsel modellerin nasıl belirlenebileceği, bireylerin ilgili konu ile ilgili oluşturdukları zihinsel modeller ve oluşturulan zihinsel modeller sonucu bireylerde meydana gelen kavram yanılgıları ile ilgili araştırmalar yapıldığı gözlenmiştir. Zihinsel modellerin yapısının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların sonucunda öğrenci motivasyonu, inanç, çevre, görsel araçlar, ders kitapları gibi faktörlerin öğrencilerin zihinsel modellerinin oluşumuna katkı sağladığı tespit edilmiştir. Modelleme etkinliklerinin zihinsel modellerin gelişimine katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Zihinsel Modellerin Belirlenmesi

Bilimsel bir ilkeyi anlayabildiğimizi gösterebilmek için birçok yol vardır. Okul ortamlarında sınav puanları genel olarak konuyu kavramanın göstergesi olarak kabul edilir. Fakat bazen bireyler esas konuyu anlamadan okuduklarını, gördüklerini ve duyduklarını hatırlayarak sınavlarda başarılı olabilirler. Bunun önüne geçebilmek için yeni hipotezler geliştirmek, edinilen bilgilerin yeni durumlara aktarılması, öğrencilerin ders materyalinin üzerinde düşünebilmelerinin sağlanması gibi yöntemler izlenebilir. Öğrenciler bununla birlikte dikkate almadıkları alternatif olasılıklar hakkında çıkarımlarda bulunabilir. Bireyler eleştirel düşünme yeteneği sayesinde bir konu hakkında yeterli teorik temellere sahip olduklarında yeni bilgi üretebilirler veya var olan bilgiyi yeni durumlarda kullanabilirler (Kintsch, 1998).

Psikoloji bilimiyle ilgilenen araştırmacılar bilgiyi öğrenmek için kullandığımız yolları değerlendirmek için bilginin belleğe nasıl alındığıyla ilgili bilişsel süreçler

odaklı çalışmalar yapmışlardır. Bu süreçleri değerlendirirken kullanılan temel araç deneysel araçlardır. Benzer şekilde öğrenme üzerine yapılan araştırmalarda bireylerin bilgiyi nasıl inşa ettikleri ve problemi çözmek için hangi yöntemlerin kullanıldığı üzerinde durmuşlardır. Bunun sonucunda ortaya çıkan kavramlardan en önemlilerinden biri zihinsel modellerdir. Zihinsel modeller bireyin dış dünyası ile zihnindeki süreçler arasında ilişkiyi gösteren içsel temsillerdir.

Zihinsel modellerin belirlenebilmesi birçok nedenden ötürü zordur. Bu zorluklardan biri, zihinsel modeller gerçekte gözle görülebilen varlıklar değildir, içsel süreçlerin bir yansımasıdır. Doğrudan gözlemleyemediğimiz için kesin olarak belirlenebilmesi güçtür, daha çok elde edilen sonuçlara göre çıkarım yoluyla tahmin edilebilirler. Zihinsel modeller belleğin tamamen soyut yansımalarıdır, zaman içerisinde değişebilen dinamik gösterimlerdir. Öğrencilerde bulunan zihinsel modeller tek değildir ve değişebilirler. Zihinsel modeller bireyler tarafından hatalı veya eksik olarak oluşturulabilir (Guzzetti, Snyder, Glass ve Gamas, 1993; Kendeou, Rapp ve van den Broek, 2003; McCloskey, 1983; Nussbaum ve Novak, 1976; Vosniadou, 2003). Bu hatalı modellerin kullanılması yanlış öğrenmelere yol açabilir. Bunun sonucunda zihinsel modellerin kişiye özgü olup ancak her zaman geçerli olmayan bir yapıya sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Zihinsel model tespit edilirken tek bir metot yoktur (Didiş vd. 2014). Zihinsel modellerin tespitinde kullanılan veri kaynakları öğrencilerin defterleri (Scott,1992), bireylerin oluşturdukları diyagramlar (Coll ve Treagust, 2001, 2002, 2003; Harrison ve Treagust, 1996, 2000b; Lichtfeldt, 1996; Scott, 1992; Taber, 2003; Williamson ve Abraham, 1995), verilen kısa cevaplar (Williamson ve Abraham, 1995) ve görüşme sonucu elde edilen sözlü açıklamalardır (Coll ve Treagust, 2001, 2002, 2003; Harrison ve Treagust, 1996,2000b; Scott, 1992). Zihinsel modeller, yazı

yoluyla, resim çizerek veya görüşme gibi birçok yöntem ile ortaya çıkarılabilirler (Byrne, 2011).

Demirçalı (2016), yapmış olduğu çalışmada zihinsel modeller belirlenirken açık uçlu sorular ve çizim tekniğinin önemini vurgulamıştır ve şu şekilde açıklamıştır;

Açık uçlu sorular, bireylerin düşüncelerini özgür bir şekilde yansıtmasını sağlayan, gerçekçi bilgiler edinmeye yarar. Bireylerin analiz, sentez, değerlendirme, yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme gibi yeteneklerinin belirlenmesinde kullanılabilirler.

Çizimler, bireylerin bilgilerinin, anlama seviyelerinin ve öğrenme düzeylerinin belirlenmesinde önemlidir. Çizimler ile öğrencilerin zihinsel modellerinin gösterimleri hakkında bilgi sahibi olunabilir.

Bu çalışmada öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenebilmesi için açık uçlu sorulardan oluşan bir görüşme formu oluşturulmuştur.

Görüşme Tekniği

Bireylerin sahip oldukları tutum, davranış, modelleri ortaya koyabilmek için birçok teknik kullanılır. Örnek olarak gözlem tekniğinde sadece tek taraflı olarak bireyin davranışları dışarıdan yorumlanır. Gözlenen davranışın alt nedenlerini kavramak zordur. Bir problemin daha alt nedenleri ve detayları incelenmek isteniyorsa farklı teknikler kullanılmalıdır. Bu tür durumlarda açık uçlu sorular bireye yöneltilerek daha detaylı ve geniş bilgi edinilebilir.

Kvale (1983) tarafından görüşme, görüşülen olgunun anlamının yorumlanmasına bağlı olarak bireyin yaşam dünyasına ilişkin bilgileri toplamak

olarak tanımlandı. Bu tanımlamalar birçok şekilde yapılabilir ancak bunlardan en yaygın olanı yüz yüze yapılan görüşmelerdir. Yüz yüze görüşmelerin yanı sıra telefon ve internet ile yapılan görüşmeler de günümüzde yaygın hale gelmiştir. Bu görüşme türünde iletişim mekân ve zaman olmak üzere eş zamanlı olarak gerçekleşir. Araştırmacılar bireylere soru sorarlar ve onların cevaplarını alırlar. Görüşme diğer tekniklerden daha özel ve etkileşimlidir. Görüşülen kişinin sesi tonlaması vücut dili gibi ipuçları görüşmeciye görüşülen birey ile ilgili birçok ekstra bilgiyi sağlayabilir. Elbette sosyal ipuçlarının değeri de görüşmeyi yapanın bireyden ne öğrenmek istediğine bağlıdır. Yüz yüze yapılan görüşmelerde soru ve cevap arasında önemli bir zaman farkı yoktur, görüşmeci ve birey diğerinin söylediği veya yaptığı şeye doğrudan tepki verebilir.

Görüşme görüşmeyi yapan kişinin ve görüşülen kişinin aktif bir şekilde anlam oluşturma süreci olarak da tanımlanabilir (Holstein ve Gubrium, 2004). Bu teknik genel olarak katılımcıların aktif bir şekilde yer almasıyla gerçekleşse de bazı görüşme türlerinde görüşmeci görüşmeye nötr olarak yaklaşır ve hiçbir şekilde yorumları ile dahil olmaz. Öznel yaklaşımda ise görüşmeyi yapan kişi görüşmenin içerisinde aktif bir şekilde yer alır. Burada nesnellikten söz edilemez.

Bu eş zamanlı iletişimin bir avantajı görüşülen kişinin yanıtlarının spontane olmasıdır. Ancak ortamın spontane gelişmesi nedeniyle görüşmeci sorulacak sorulara önceden hazırlanmalıdır ve konsantre olmalıdır. Özellikle yapılandırılmamış veya yapılandırılmış görüşme tekniği kullanıldığında iletişimin etkileşimli yapısı gereği sorular dikkatli bir şekilde sorulmalıdır. Bu tür görüşmelerde eğer bireyin izni olursa kayıt alınabilir. Görüşmelerde kişinin izni alınarak ses kayıt cihazı kullanılması not alırken yaşanabilecek eksik veya yanlış bilgilerin oluşmasının önüne geçerek bir avantaj oluşturur. Ancak görüşme

sirasında kayıt alınırken dahi olsa mutlaka notlar tutulmalıdır. Tüm soruların yanıtlandığından emin olmak için ve kayıt cihazının arızalanması gibi durumlarda mutlaka notlar alınmalıdır.

Yüz yüze görüşme tekniğinin birçok avantajı olmasının yanı sıra bazı dezavantajları da bulunur. Bunlar zaman ve maliyettir. Farklı şehirlerde yapılan görüşmelerde seyahat etmek ve mülakat yapmak bütün bir günü alabilir.

Bölüm 3

Yöntem

Bu bölümde araştırmanın modeli, evreni ve örneklemini, veri toplama süreci, veri toplama araçları ve toplanan verilerin analizinin nasıl gerçekleştirildiğinden bahsedilmektedir.

Araştırmada öğrencilerin analitik kimya dersi kapsamında kazandırılması hedeflenen “titrasyon” kavramı ve bu kavrama yönelik kazanımlar ile ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu amaçla yapılan araştırma bir durum çalışmasıdır (case study). Durum çalışmaları nitel ya da nicel yaklaşımla yapılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bir araştırma yöntemi olarak kabul edilen durum çalışmasının alanyazında örnek olay incelemesi ya da vaka çalışması gibi çeşitli şekillerde ifade edildiği görülmektedir. Durum araştırma yönteminin araştırılan durumu/konuyu detaylıca tanımlama ve açıklama fırsatı vermesi, yani öğrenme ortamlarını, öğreneni/öğreteni vb. betimleme olanağı sahip olunması nedeniyle bu yöntemin kullanılması bu araştırma için uygun görülmüştür. Yin (2003) karmaşık durumlarda detaylı bilgi vermek veya sebep sonuç ilişkilerini ortaya koymak için kullanılabilir olduğunu belirtmektedir. Durum, Gerring (2007) tarafından belli bir zaman diliminde ya da zaman içerisinde tek bir noktada gerçekleşen olgu olarak tanımlanırken, Miles ve Huberman (1994), durumu sınırlı bir durumda sürekli gerçekleşen bir olgu olarak tanımlamıştır. Chmiliar (2010) tarafından durum çalışması, sınırları belli olan bir sistemin işleyişi ve çalışması ile ilgili sistematik bilgi toplayabilmek amacıyla çoklu veri toplayarak o sistemin ayrıntılı incelenmesini içeren bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır. Bir başka tanımda ise durum çalışması; sınırları belli olan bir sistemin ayrıntılı bir şekilde tanımlanması ve araştırılması olarak ifade edilmektedir (Merriam, 2013).

Çalışmada araştırılan özel durum ise üniversite öğrencilerinin titrasyonlar konularında sahip oldukları zihinsel modellerdir.

Araştırmada öğrencilerin titrasyonlar konusuyla ilgili sahip oldukları zihinsel modellerin neler olduğunun belirlenmesi hedeflendiğinden bütüncül, ayrıntılı ve çoğunlukla niceliksel veriler toplanmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür. Buradan hareketle, araştırma nitel bir bakış açısıyla yürütülmüştür. Nitel bakış açısıyla yürütülen çalışmalar derinlemesine bilgi, kavrayış ve anlayış sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Nitel araştırmalar ayrıca öğrencilerin araştırılan konu hakkındaki görüşlerini, algılayışlarını, duygularını vb. inceleme olanağı vermektedir (Çepni, 2005; Kurnaz ve Alev, 2009; Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi/Çalışma Grubu/Katılımcılar

Araştırmanın örneklemi Hacettepe Üniversitesi'nde analitik kimya dersini almış ve titrasyonlar konusunda öngörülen kazanımlara sahip olduğu düşünülen Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programında eğitimlerini sürdüren 45 öğretmen adayı oluşturmaktadır.

Katılımcılara amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme ve kolay ulaşılabilir durum örnekleme kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme yöntemi ile daha önceden belirlenen ölçütleri içeren tüm durumlar çalışılır. Bu ölçütler araştırmayı yapan kişi tarafından oluşturulabilir veya önceden hazırlanan bir ölçüt kullanılabilir. Kolay ulaşılabilir durum örnekleme ile ise araştırmada hız ve pratiklik kazanılması amaçlanır. Araştırmayı yapan kişi yakın ve ulaşılması kolay olan bir durumu tercih eder. Bu yöntem, daha çok araştırmayı yapan kişinin diğer

örnekleme yöntemlerini kullanamadığı durumlarda kullanılır (Yıldırım ve Şimşek, 2021, s.120,121)

Veri Toplama Süreci

Durum çalışmalarında veri toplama sürecinde diğer nitel araştırma desenlerinde de olduğu gibi araştırmayı yapan araştırmacıların rolü oldukça önemlidir. Bu tür araştırmalarda standart bir veri toplama süreci yoktur. Ancak veri toplama sürecinin sağlıklı bir şekilde gerçekleşebilmesi ve doğru çıkarımlarda bulunabilmek için nitelikli sorular sormalı ve cevapları objektif yorumlayabilmeli, subjektif görüşlerden kaçınılmalı ve esnek olmalıdır (Subaşı ve Okumuş, 2017). Durum çalışmalarında belirlenen durumları araştırabilmek için farklı araştırmacılar veya aynı alandan detaylı bilgi elde edilmesi gereken araştırmalarda araştırmacılar takım şeklinde de bulunabilir. Yin (1984) çalışmasında veri toplama sürecinin farklı yollarla gerçekleştirilebileceğinden bahsetmektedir. Dokümanlar, görüşmeler, arşiv kayıtlar, direkt gözlem, katılımcı gözlem ve fiziksel yapılar.

Alanyazın incelendiğinde de kavram, olay ve olgulara ait zihinsel modelleri belirleyebilmek amacıyla açık uçlu soruların ve mülakatların daha çok tercih edildiği görülmektedir (Coll ve Treagust, 2001). Bu çalışmada öğrencilerin zihinsel modellerini belirleyebilmek amacıyla standartlaştırılmış açık uçlu görüşme yaklaşımı tercih edilmiştir. Bu yaklaşım “özenle yazılan ve sırası belli olan sorulardan oluşur ve görüşmeye katılan tüm bireylere sorular aynı şekilde ve aynı sırada yöneltilir” (Patton, 1987, s.112). Bu yaklaşım ile görüşmecilerde oluşabilecek yanlılık veya öznellik azaltılmış olur. Yapılan araştırmalarda birden fazla görüşmecinin bulunduğu durumlarda bu yaklaşım kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2021, s.130). Bu amaçla 19 sorudan oluşan görüşme formu

oluşturulmuştur (EK-A). Oluşturulan bu sorularla öğrencilerin cevaplarından yola çıkarak zihinsel modelleri belirlenmiştir. Bu yolla duruma ilişkin kesin ve detaylı bir tanımlama yapılabilmesi hedeflenmektedir.

Veri Toplama Araçları

Zihinsel modellerin belirlenebilmesine yönelik yapılmış olan pek çok araştırmada (Alerby, 2000; Anderson ve Moss, 1993; Barraza, 1999; Bonnett ve Williams, 1998; Coll ve Treagust, 2001; Payne 1998; Simmons 1994) mülakatlar ve açık uçlu sorulardan oluşan ölçme araçlarının tercih edildiği görülmektedir. Bu araştırmada da öğrencilerin titrasyon konusuna yönelik zihinsel modellerini tespit etmek amacıyla standartlaştırılmış açık uçlu sorulardan oluşan veri toplama aracı kullanılmıştır.

Veri toplama aracı geliştirilme çalışmaları YÖK tarafından 2018 yılında belirlenmiş Analitik Kimya Dersi titrasyonlar konusu kazanımları ve ilgili alanyazın incelenerek gerçekleştirilmiştir. Bu durum sonucunda ilgili alanyazın, öğretim programı ve alan uzmanının görüşleri alınarak titrasyonlar konularını içeren ölçme aracı hazırlanmış ve öğrencilerin bilgiye dair teorik ve pratik zihinsel yapılandırmalarını ortaya çıkaracak sorular oluşturulmuştur. Sorular oluşturulurken, kolay anlaşılabilir, spesifik, açık uçlu, yönlendirmeden kaçınan, bir seferde tek bir boyutu ölçen ve mantıklı bir şekilde düzenlenmesine özen gösterilmiştir. Soruların oluşturulması tamamlandıktan sonra konu alanında araştırmalar yürüten uzman öğretim üyelerinin görüşleri doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Gerekli düzenlemeler sonrası soruların uygulanabilirliği ve anlaşılabilirliğini test etmek için üst sınıflarda okuyan Analitik Kimya Dersini almış ve başarmış olan 15 öğrenciyle pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot

uygulamadan elde edilen verilerin analizleri sonrası uzman görüşleri de göz önüne alınarak titrasyonlar konusunda hazırlanmış olan ölçme aracına son şekli verilmiştir. Ölçme aracında yer alan soruların dağılımı Tablo 1' de sunulmuştur.

Tablo 1

Titrasyonlar konusunda hazırlanan soruların dağılımı

	Soru Numaraları	f	%
Kavramsal	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9	8	42,10
İlişkisel	8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19	9	47,36
İşlemsel	12, 15	2	10,52

Görüşmelerde öğrencilerin hem yazılı hem de sözel olarak ifade etmeleri sağlanmıştır. Sözel ifadeler araştırmacı tarafından notlar alınarak kayıt altına alınmıştır.

Verilerin Analizi

Alanyazın incelendiğinde nitel araştırmalarda verileri analiz etmek için çeşitli yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Kullanılan yöntemlerden biri Yin (1984) tarafından önerilen ve analiz etmek için kullanılan beş yöntemdir. Bunlar; örnek eşleştirme, açıklayıcı yapı üretilmesi, zaman serisi analizi, mantıksal modeller, çapraz durum sentezidir.

Straus ve Corbin (1990) tarafından önerilen veri analiz yöntemleri de betimsel ve içerik analizidir.

Veri analizinde Wolcott (1994) tarafından üç yol önerilmektedir. Bunlardan birincisi, elde edilen verinin orijinal haline sadık kalıp, araştırmadaki katılımcıların ifadelerini doğrudan alıntı şeklinde betimsel olarak aktarmaktır. İkincisi ise birinci yolu içeren, bazı nedensel ve açıklayıcı sonuçlara ulaşabilmek için “sistemik

analiz” yapmaktır. Burada veriler betimsel olarak sunulur ve belirlenmiş bazı temalar ve temalar arası ilişkiler tespit edilir. Bu yolda araştırmacı, okuyucuya fayda sağlayacak ek analizler kullanmaktadır. Üçüncü ise araştırmacı, birinci veya ikinci yolu temel alır ve veri analizine kendi yorumlarını ekler. Bu yaklaşımda araştırmacının katılımcı ve öznel yönü ön plandayken, veri toplamanın yanında veri analizinde de kendi yorumları ve görüşü ile araştırmacı daha aktif bir rol oynamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 221,222).

Bu çalışmada nitel veri analizi yaklaşımlarından biri olan betimsel analiz kullanılmıştır.

Betimsel Analiz

Bu yaklaşıma göre elde edilen veriler, daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır.

Betimsel analiz dört aşamadan oluşur:

1. Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma: Veri analizinde çerçeve oluşturabilmek için araştırmanın soruları, araştırmanın kuramsal çerçevesi veya gözlemde yer alan durumlardan yararlanır. Oluşturulan çerçeveye göre verilerin hangi temalar altında düzenleneceği ve sunulacağı belirlenir.

2. Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi: Bu kısımda önceden oluşturulan çerçeveye göre elde edilmiş veriler okunarak düzenlenir. Veriler tanımlama yapmak için seçilir, anlamlı ve mantıklı bir şekilde toplanır.

3. Bulguların tanımlanması: Bu kısımda düzenlenen veriler tanımlanarak doğrudan alıntılarla desteklenir.

4. Bulguların yorumlanması: Bulgular tanımlandıktan sonra bunların açıklanması, birbiriyle ilişkisinin kurulması ve anlamlı hale getirilmesi bu aşamada yapılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s.224).

Geçerlik ve Güvenirlik

Bütün araştırmalarda olduğu gibi nitel çalışmalarda da geçerlik ve güvenirliliğin sağlanması gerekmektedir. Nitel araştırmalarda geçerlik-güvenirlik kavramları nicel araştırmalardan farklı bir şekilde incelenir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Geçerlik ve güvenirlik kavramları nicel araştırmalarda kullanılırken, nitel araştırmalarda inanılabilirlik, sonuçların doğruluğu ve araştırmacının yetkinliği gibi kavramlar kullanılır (Krefting, 1991).

Nicel olarak gerçekleştirilen çalışmalarda iç geçerlilik kavramı yerine nitel araştırmalarda inandırıcılık, dış geçerlilik kavramı yerine aktarılabirlik; iç güvenirlik kavramı yerine tutarlılık ve dış güvenirlik kavramı yerine teyit edilebilirlik kavramları karşımıza çıkmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 264).

İç Geçerlik (İnandırıcılık). Yapılan çalışmalarda inandırıcılığı sağlayabilmek için bazı yolların olduğu belirtilmiştir (Lincoln ve Guba, 1985'ten akt., Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 265).

- Uzun süreli etkileşim:
- Derinlik odaklı veri toplama:
- Çeşitleme (Üçgenleme):
- Uzman incelemesi: Veri toplama aracının geliştirilmesi sırasında ölçme aracında yer alan soruların taslak hali kimya ve kimya eğitimi alanında uzman iki öğretim üyesi tarafından incelenmiştir. Uzmanlar ölçme aracında bulunan soruların bilimsel olarak doğru olup olmadığını ve içerik açısından yeterli olup olmadığını

incelemişlerdir. Uzmanlardan gelen geri bildirimler dikkate alınarak ölçme aracı son haline getirilmiştir. Uzman görüşünün alınması ile anketin iç geçerliliği sağlanmıştır.

Elde edilen verilerin analizlerinin doğrulanması ve bulguların geçerliğinin sağlanmasını yapabilmek amacıyla yapılan analizler bir kimya eğitimi uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Analizler kontrol edilirken fikir ayrılığı yaşanan durumlarda, kimya eğitimi uzmanı ile araştırmacı durumu birlikte incelemişler ve ortak bir karar alarak analizde gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

- Katılımcı teyidi: Araştırmada yer alan öğrencilerin mülakatlar esnasında ölçme aracına verdikleri cevaplar konusunda emin olmadıkları durumlar olduğunda, öğrencilere ifadelerini düzenleme fırsatı verilmiştir. Öğrencilerin yaptıkları düzenlemelerde büyük bir değişiklik varsa, bunun sebebini açıklamaları istenmiştir ve geçerli açıklama yapılmış ise cevaplardaki düzenlemeler kabul edilmiştir. Bununla birlikte mülakatlar sonunda öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar yazıya dökülerek öğrencilerin verdikleri cevapları teyit etmeleri sağlanmıştır.

Dış Geçerlik (Aktarılabirlik). Araştırmacı ulaştığı sonuçların benzer ortamlara aktarılabirliğini ortaya koyarak benzer bir araştırma yapmak isteyen ve çalışmayı okuyan bireylerin çalışma ortamı ve sürecine ilişkin farkındalığı oluşabilir ve kendi araştırmalarına daha bilinçli daha tecrübeli yaklaşabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Araştırmanın aktarılabirliğini artırmak amacıyla aşağıdaki yöntemler kullanılmıştır (Erlandson, Harris, Skipper ve Allen, 1993'ten akt., Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 270):

- Ayrıntılı betimleme: Araştırmanın aktarılabiliğini sağlayabilmek amacıyla yapılan çalışmanın tasarlama süreci, uygulama süreci, analiz etme süreci ve bulguların sunumu gibi araştırmada yapılan her bir iş ve işlem ilgili başlıklar altında ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Özellikle bulgular kısmında veri kaynaklarından mümkün olduğunca ham verilerin doğrudan alıntıları sunulmuştur.

- Amaçlı örnekleme: Çalışmada yer alan öğrenciler amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilerek ve ulaşılan sonuçların daha açık yorumlanabilmesi amacıyla öğrencilerin profilleri belirlenmeye çalışılmıştır.

İç Güvenirlik (Tutarlık). Nitel araştırmalar ile sürekli olarak değişim halinde olan olay ve olguların değişkenliğinin çalışmaya uygun ve tutarlı olarak sunulması amaçlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Tez çalışmasında tutarlığı sağlamak amacıyla, farklı veri toplama araçları ile toplanan veriler bir bütün halinde birbiriyle ilişkilendirilmiş ve birbirini destekleyecek şekilde analiz edilerek okuyucuya sunulmuştur.

Dış Güvenirlik (Teyit Edilebilirlik). Bu kısımda araştırmacının ulaşılan sonuçları elde ettiği verilerle sürekli olarak doğrulaması ve okuyucuya mantıklı olarak aktarması gerekmektedir (Lincoln ve Guba, 1985'ten akt., Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 271). Araştırmanın teyit edilebilirliğini sağlamak amacıyla, bulgular kısmında olabildiğince ham verilere yer verilmiştir. Öğrencilerin veri toplama araçlarına verdikleri cevaplardan örnekler bulgular bölümünde verilmiştir. Araştırmaya başlamadan önce etik açısından izinler alınmıştır. Bununla birlikte, çalışmada etik ilkeler çerçevesinde katılımcılara ait bilgilerin gizli olarak kalması için çalışmaya katılan öğrenciler katılımcı olarak kodlanmıştır.

Çalışmada elde edilen verilerin analizinde izlenen yol aşağıda belirtilmiştir.

* İlk aşamada, ölçme aracının analizi sırasında kullanılan anlama seviyeleri için, Abraham, Williamson ve Westbrook (1994)'un çalışmasında kullandığı anlama seviyeleri belirleme ölçeği kullanılmıştır. Adayların ölçme aracında yer alan sorulara verdikleri cevaplar belirlenen anlama seviyelerine göre sınıflandırılmış ve mülakata katılan katılımcılardan elde edilen veriler betimsel analiz yöntemine göre analiz edilmiştir.

* İkinci aşamada ise adayların ölçme aracında yer alan sorulara verdikleri cevaplar kodlanmış ve hangi anlama seviyesine ne tür cevaplar verildiği belirtilmiştir. Cevaplar kodlanırken diğer katılımcıların verdiği yanıtlardan tamamen farklı anlamlara gelen bilimsel olmayan yanıtlar “farklı cevaplar” kategorisinde toplanmıştır.

* Üçüncü aşamada verdikleri cevapların anlama seviyelerine göre dağılımından yola çıkılarak zihinsel modeller oluşturulmuş ve adaylar sahip oldukları model türlerine göre gruplanmıştır.

Anlama seviyeleri ve içerikleri başarı testinde yer alan soru türleri dikkate alınarak Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2

Soru Niteliklerine Göre Anlama Düzeyleri ve Anlamları (Durukan, 2019)

Soru Türü	Nitelik	Düzelere göre açıklamalar
Kavramsal	[0]	Boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılmaz cevaplar
	[1]	Bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevaplar
	[2]	Bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile birlikte bilgi içeren cevaplar
	[3]	Bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevaplar
	[4]	Bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar
İşlemsel	[0]	Boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılmaz işlemleri/denklemi içeren cevaplar
	[1]	Yanlış unsurları barındıran formül ve yapılan işlemleri/denklemi içeren cevaplar
	[2]	Yanlış unsurları içeren ve temel düzeyde kullanılan formül ile yapılan

	[3]	işlemleri/denklemi içeren cevaplar Doğru ve kabul edilebilir düzeyde kullanılan formül ile yapılan işlemleri/denklemi içeren cevaplar
	[4]	Bilimsel düzeyde kullanılan formül ve yapılan işlemleri/denklemi içeren cevaplar
İlişkisel	[0]	Boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılabilir ilişkiler içeren cevaplar
	[1]	Yanlış ve bilimsel olmayan ilişkiler içeren cevaplar
	[2]	Yanlış ilişkiler içeren ve temel düzeyde kurulan ilişkileri içeren cevaplar
	[3]	Doğru ve kabul edilebilir düzeyde kurulan ilişkileri içeren cevaplar
	[4]	Bilimsel düzeyde kurulan ilişkileri içeren cevaplar

Zihinsel Modellerin Oluşturulması ve Analizi

Katılımcıların çalışmada yer alan sorular ile ilgili anlama seviyeleri belirlendikten sonra bu seviyelerden yola çıkılıp zihinsel modelleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bireylerin zihinsel modellerini belirlemek için yapılan çalışmalar incelendiğinde; zihinsel model analizinde farklı analiz yollarının kullanıldığı görülür (Borges, Tecnico ve Gilbert, 1998; Borges ve Gilbert, 1999; Lin ve Chiu, 2010; McBroom, 2011). Bu çalışmada verilen cevapların anlama seviyelerine göre sınıflandırılması ve zihinsel model matrisi (EK-B) oluşturularak zihinsel model elde etme yoluna gidilmiştir (Sağlam 2004, İyibil ve Sağlam-Arslan, 2010; Sağlam-Arslan ve Devocioğlu, 2010; İyibil, 2010; Kurnaz, 2011).

Oluşturulan zihinsel modeller, bu modellere ait açıklamalar ve bu modellerle anlama seviyeleri arasındaki ilişkiler Tablo 3'te verilmiştir. Bu model, Sağlam (2004) tarafından önerilen 'Algılanan Bilgilerin Tipolojisinde Öğrencilerin Zihinsel Modelleri' adlı sistemden yola çıkılarak ve Durukan'ın (2019) çalışmasında kullandığı zihinsel modellere ait matris kalıplarından yararlanarak çalışmanın ve soru türlerinin amacına uygun olarak hazırlanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3

Araştırma Sürecindeki Zihinsel Modeller, Modellere Ait Özellikler ve Zihinsel Model Matrisleri (Durukan, 2019; Timurcan Erdal, 2022)

Zihinsel Model Türü	Zihinsel Model Tipi	Zihinsel Modelin Özellikleri	Zihinsel Model Matrisi		
			Kavramsal	İlişkisel	İşlemsel
Bilimsel Modeller	Tam Bilimsel model	Kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel niteliktedir.	3	3	3
			4	4	4
	Kısmi Bilimsel model	Kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel yakın niteliktedir.	3	3	0
			4	4	0
Sentez/Hibrit Modeller	Tam Teorik model	Kavramsal ve ilişkisel soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsel yakın; işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.	3	3	2
			4	4	0
	Kavramsal model	Kavramsal soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsel yakın; ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.	3	2	2
			4	1	1
	İlişkisel model	İlişkisel soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsel yakın; kavramsal ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.	2	3	2
			1	4	1
	İşlemsel model	İşlemsel soru türüne ait anlamalar bilimsel veya bilimsel yakın; kavramsal ve ilişkisel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.	2	2	3
			1	1	4
	Kavramsal-İşlemsel model	Kavramsal ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsel yakın; ilişkisel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.	3	2	3
			4	1	4
	İlişkisel-İşlemsel model	İlişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsel yakın; kavramsal soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.	2	3	3
			1	4	4
Geçiş modeli	Kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar zayıf bilimsel niteliktedir.	3*	3*	2	
		2		0	
		1	3*	2	
			0	1	0

			2	2	
			1	1	3*
			0	0	
				2	
			3*	1	3*
				0	
				2	2
			3*	1	1
				0	0
			2		
			1	3*	3*
			0		
İlkel Modeller	Temel model	Kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar zayıf bilimsel niteliktedir.	3*	2	2
				1	1
				0	0
			2	2	2
			1	3*	1
		0	0		
		2	2	3*	
		1	1		
		0	0		
		2	2	2	
Uyumsuz model	Kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.	1	1	1	
		0	0	0	
		0	0	0	

Pek çok araştırmada zihinsel modellerin üç ana başlık altında incelendiği görülür. Bunlar bilimsel modeller, sentez modeller ve ilkel modellerdir.

Bilimsel modeller, konu ya da kavramlarla ilgili bilimsel bilgilerle çelişmeyen anlamaların olduğu model türüdür (Vosniadou ve Brewer, 1992). İyibil (2010) bu modelleri ideal model olarak da adlandırmıştır. Durukan (2019) bilimsel türünü tam bilimsel model (TBM) ve kısmi bilimsel model (KBM) olmak üzere iki bilimsel model tipine ayırmıştır. TBM tipi konu ve kavramlara ait bilgilerin, bunlar arasında kurulan ilişkilerin bilimsel nitelikte olduğu zihinsel model tipidir. KBM tipi konu ve kavrama dayalı bilgiler sınırlı ancak alternatif kavram ya da yanlış bilginin bulunmadığı bir zihinsel model tipidir.

Sentez/Hibrit modeller, teorik model (TM), pratik model (PM) ve karma model (KM) olarak üç zihinsel model tipinden oluşur (Durukan, 2019). Sentez

model türleri bilimsel, kısmen bilimsel ve bilimsel olmayan bilgileri içinde barındıran zihinsel model türleridir (Vosniadou ve Brewer, 1992, 1994). Sentez model türünde bilgiler bilimsele oldukça yakın özellik taşımaktadır. Durukan (2019) çalışmasında sentez/hibrit modeli yukarıda da belirtildiği gibi üç zihinsel model türünde toplarken, bu zihinsel model türlerin altında yer alan zihinsel model tiplerini de aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır.

Teorik model	Pratik Model (PM)	Karma Model (KM)
<i>Tam Teorik Model (TTM)</i>	Tam Pratik Model (TPM)	Kavramsal-Yapısal Model (K-YM)
<i>Kavramsal Model (KavM),</i>	Yapısal Model (YM)	Kavramsal-İşlemsel Model (K-İŞM)
<i>İlişkisel Model (İİM),</i>	İşlemsel Model (İŞM)	İlişkisel-Yapısal Model (İL-YM) İlişkisel-İşlemsel Model (İL-İŞM)

Durukan (2019) belirlemiş olduğu zihinsel model tiplerinde kavramsal, işlemsel, şekilsel ve ilişkisel soru türlerine verilen cevapların baskın olmasına dayalı olarak yapmış olduğu matrisleme sisteminden yola çıkarak böyle bir sınıflandırma yapmıştır. Bu çalışmada da bu sınıflamaya dahil edilen model tiplerinden bazıları kullanılmıştır.

İlkel modeller ise kavramlarla ya da konuya ilişkin bilimsel olmayan ya da zayıf bilimsel nitelikte anlamaların olduğu model türleridir. Bu model türü de Durukan (2019) Temel Model (TeM), Tanımsal Model (TaM), Şematik Model (ŞM), Uyumsuz model (UM) tiplerinde sınıflandırmıştır. Bu çalışmada da belirlenen soru tiplerinin özelliklerine bağlı olarak bu modellerden bazıları kullanılmıştır.

Çalışmada her katılımcının konu ya da kavram ile ilgili kavramsal, işlemsel ve ilişkisel sorulara verdiği cevaplara uygun olan matris kalıbı belirlenmiş ve bu belirlenen matris kalıpları ile katılımcının sahip olduğu zihinsel model tipi tespit

edilmiştir. Titrasyonlar konusunda hazırlanan ölçme aracı 19 sorudan oluşmaktadır. Bu soruların 8'i kavramsal, 9'u ilişkisel ve 2'si işlemsel soru tipleridir.

Bir katılımcının tam bilimsel modelde yer alabilmesi için kavramsal, işlemsel ve ilişkisel soru tiplerindeki 19 soruya da verdiği cevapların hepsinin [3] ya da [4] düzeyinde olması gerekir. Yani;

<u>Kavramsal</u>	<u>İlişkisel</u>	<u>İşlemsel</u>
4	4	4
4	4	3
4	3	3
3	4	4
3	4	3
4	3	3
3	3	3

Şeklinde bir matrislemeye sahip olması gerekmektedir. Katılımcı 19 sorudan birine bile (0), (1) ve (2) düzeyinde cevap vermemelidir.

Katılımcı ilişkisel bir modele sahipse, ilişkisel soru türlerinin hepsine [3] veya hepsine [4], kavramsal ve işlemsel soru türlerine ise (0), (1) ve (2) düzeyinde cevap vermelidir.

<u>Kavramsal</u>	<u>İlişkisel</u>	<u>İşlemsel</u>
0	4	0
1	3	1
2		2

Bölüm 4

Bulgular, Yorumlar ve Tartışma

Bu bölümde titrasyon konusu ile ilgili olarak öğrencilerin anlama seviyelerini belirlemeye yönelik elde edilen bulgular ve anlama seviyelerinden hareketle öğrenci zihinsel modellerini belirlemeye yönelik elde edilen bulgular sunulmuştur. Bulgular okunabilirliği artırmak için zihinsel modelleri belirleme çalışmaları sürecinde belirtilen aşamalar temelinde verilmiştir. Buna göre öğrencilerin titrasyon konusundaki anlama seviyelerinin belirlenmesi başlıkları ve devamında öğrencilerin bu konudaki zihinsel modellerine ait bulgular ortaya konmuştur.

Titrasyon Konusunda Katılımcıların Anlama Seviyelerini Belirlemeye Yönelik Bulgular.

Titrasyon konusundaki anlama seviyelerini belirlemeye yönelik on dokuz açık uçlu soru yöneltilmiştir. Katılımcıların her bir sorudaki öğrenme durumları belirlenip anlama seviyeleri çıkarılmıştır. Öncelikle öğrencilerin her bir sorudaki öğrenme durumlarına ait bulgular ve devamında anlama seviyelerine ait bulgular sunulmuştur.

1.Sorunun Değerlendirilmesi.

İlk olarak katılımcılara “standart çözelti nedir?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “*titrimetrik analizde kullanılan ve derişimi tam olarak bilinen bir reaktiftir*” (Skoog, 1996) şeklindedir.

Tablo 4

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 1. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
----------------	-----	--------	---	---

Anlama Yok	AY	[0]	3	6,66
Karmaşık Anlama	KA	[1]	18	40
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	-	-
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	6	13,33
Bilimsel Anlama	BA	[4]	18	40
		Toplam	45	100

Tablo 4'te zihinsel model belirleme aracının 1. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 1. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 3 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılabilir cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlanmıştır. 18 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumsuz, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlanmıştır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlanmıştır. 18 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlanmıştır.

1. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde dört kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5

1. Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Derişimi bilinen çözeltiler	1, 2, 4, 7, 8, 13, 24, 26, 19, 20, 21, 28, 27, 16, 42, 31, 25, 44	18	40	4
2. Molaritesi bilinen çözeltiler	5, 9, 41, 37, 17, 30,	6	13,33	3
3. Bilimsel olmayan cevaplar	3, 6, 11, 12, 14, 15, 35, 45, 38, 39, 22, 36, 32, 29, 43, 34, 18, 33	18	40	1
4. Cevap yok	10, 23, 40	3	6,66	0
Toplam		45	100	

Tablo 5 incelendiğinde on sekiz katılımcının derişimi bilinen çözelti, altı katılımcının molaritesi bilinen çözelti, on sekiz katılımcının anlamsız bilimsel olmayan ifadeler kullandıkları ve üç katılımcının da soruya cevap vermediği belirlenmiştir.

Titration konusuna ait 1. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1. Derişimi bilinen çözelti, ifadesini taşıyan yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Titrasyonda kullanılan, derişimi bilinen çözeltilerdir

Katılımcı-4: Titrasyonda kullanılan derişimi bilinen reaktif çözeltilerdir.

Kullanılan bu çözeltiler
1) Standart çözeltiler: Titrasyonda kullanılan, derişimi bilinen reaktif çözeltilerdir.

Katılımcı-7: Büretten hacmi okunarak analit ile titre edecek ve derişimi belli olan çözeltilerdir. Primer standart ve ikincil standart çözelti vardır.

STANDART ÇÖZELTİ NEDİR?
Büretten hacmi okunarak, analit titre edecek ve derişimi belli olan çözeltilerdir. Primer standart ve ikincil standart çözelti vardır.

Katılımcı-8: Titrasyonda derişimi kesin olarak bilinen çözeltilerdir. Genelde titrant olarak kullanılır.

Katılımcı-13: Konsantrasyonu kesin olarak bilinen çözeltilere denir.

2. Molaritesi bilinen çözelti, ifadesini taşıyan yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-5: Madde ile kantitatif reaksiyona girebilen molaritesi kesin olan çözeltilerdir.

Standart çözelti = Madde ile kantitatif reaksiyona girebilen molaritesi kesin olan çözeltilerdir.

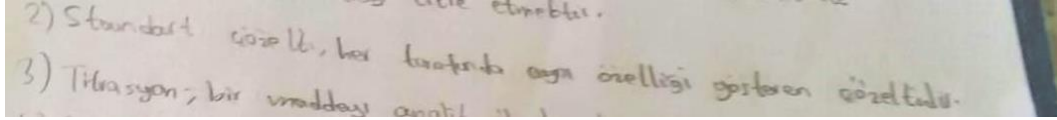
Katılımcı-9: Kesin olarak molaritesi bilinen çözelti.

3. Bilimsel olmayan cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-3: *Titrasyonlarda direkt olarak kabından alıp kullanabildiğimiz çözeltilerdir.*

Titrasyonlarda direkt olarak, kabından alıp, kullanabildiğimiz çözeltilerdir.

Katılımcı-6: *Standart çözelti her tarafında aynı özelliği gösteren çözeltilerdir.*



Katılımcı-11: *Saf halde bulunan çözeltilere denir.*

Katılımcı-12: *Belirli bir hacim ve miktar da gerçekleşen çözelti.*

Katılımcı-14: *Primer standart madde ile hazırlanmış titrant çözeltisidir.*

Katılımcı-15: *İstenilen özelliklere sahip ve sadece istenilen maddeyi içeren bir çözeltilerdir.*

2. Sorunun Değerlendirilmesi.

İkinci olarak katılımcılara “titrasyon nedir?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan “analit ile tamamen reaksiyona girmesi için gerekli, bilinen derişimdeki reaktifin miktarını tayin etmeye dayanan bir grup analitik yöntemi kapsar. Reaktif, derişimi bilinen bir çözelti olabileceği gibi, miktarı bilinen standart bir elektrik akımı da olabilir” (Skoog, 1996) cevabını vermeleri beklenmiştir.

Tablo 6

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 2. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	6	13,33
Karmaşık Anlama	KA	[1]	9	20
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	6	13,33
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	-	-
Bilimsel Anlama	BA	[4]	24	53,33
		Toplam	45	100

Tablo 6’da zihinsel model belirleme aracının 2. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Testin 2. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır.

Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 6 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılmasız cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamışlardır. 9 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 24 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

2. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde dört kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

2.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Analitin konsantrasyonunun, miktarının ve analitin nicel tayini	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 14, 36, 29, 31, 41, 24, 40, 39, 37, 30, 26, 16, 33, 35, 20, 38, 45	24	53,33	4
2. Çözeltinin hacmini belirleme işlemi	2, 13, 19, 27, 28, 42	6	13,33	2
3. Bilimsel olmayan cevaplar	6, 10, 15, 18, 22, 25, 32, 34, 43	9	20	1
4. Belirsiz ve anlamsız cevaplar	11, 12, 17, 21, 23, 44	6	13,33	0
Toplam		45	100	

Tablo 7 incelendiğinde yirmi dört katılımcının analitin konsantrasyonunun, miktarının ve analitin nicel tayini, altı katılımcının çözeltinin hacmini belirleme işlemi, dokuz katılımcının bilimsel olmayan cevaplar verdiği ve altı katılımcının da belirsiz ve anlamsız ifadeler kullandıkları belirlenmiştir.

Titrationlar konusuna ait 2. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1. Analitin konsantrasyonunun, miktarının bulunması ve nicel tayini anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmışlardır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Analit ve titrant kullanılarak, derişimi bilinen bir titrant ile analitin konsantrasyonunun tayin edilmesini sağlayan bir kimyasal analiz yöntemidir.

Katılımcı-3: Derişimi ve hacmi bilinen bir çözeltilinin yardımıyla onunla belirli oranlarda tepkime verebilen bir bileşenin miktar, derişim gibi özelliklerinin tayini olayıdır.

3) Derişimi ve hacmi bilinen bir çözeltilinin yardımıyla, onunla belirli oranlarda tepkime verebilen bir bileşenin miktar, derişim gibi özelliklerinin tayini olayıdır.

Katılımcı-4: Analitin derişimi bilinen titrant ile verdiği tepkimeden sonra harcanan hacminin belirlenmesi ESG sayısının ve analitin miktarını bulmak için kullanılan yöntemdir

reaktif çözeltilisi
3-) Titrasyon: Analitin, derişimi bilinen titrantla verdiği tepkimeden sonra, harcanan hacmin belirlenmesi, ESG sayısını ve analitin miktarını bulmak için kullanılan yöntemdir, bilinen reaktifin eşitliğiyle

Katılımcı-7: Hacmi bilinen analit çözeltilisine hacmi ve derişimi bilinen (hacim değeri büretten okunur) titrant (titre edici) eklenerek analitin konsantrasyonunu belirleme işlemidir.

Hacmi bilinen analit çözeltilisine hacmi ve derişimi bilinen (hacim değeri büretten okunur) titrant (titre edici) eklenerek analitin konsantrasyonunu belirleme işlemidir. Burada indikatör ve analit bulunur. Bürete bulunan titre edici musluk açılarak eşd. noktaya kadar (renk değışimi gözlemlene) ilave edilir.

2. Çözeltilinin hacmini belirleme işlemi anlamına gelen yanıtlar bu alt gruba toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

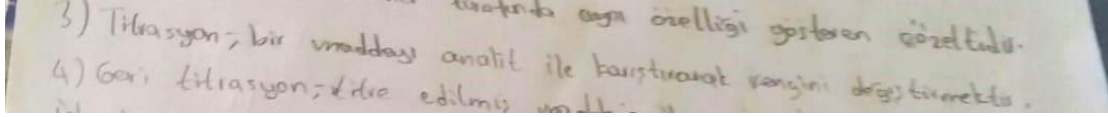
Katılımcı-2: Derişimi bilinen bir standart çözeltili ile tepkimeye girebilen derişimi bilinmeyen çözeltilinin hacminin belirlenmesidir.

Derişimi bilinen bir standart çözeltili ile tepkimeye girebilen derişimi bilinmeyen çözeltilinin hacminin belirlenmesidir.

Katılımcı-13: Hacmi bilinmeyen bir maddenin hacminin belirlenmesine titrasyon denir.

3. Bilimsel olmayan cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-6: Titrasyon bir maddeyi analit ile karıştırarak rengini değiştirmektir.



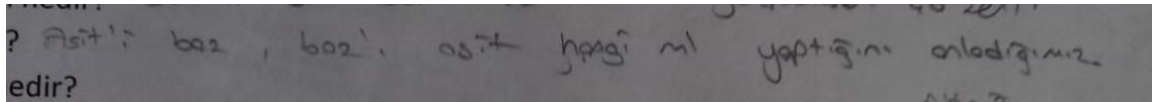
Katılımcı-10: Analit ve titrantın indikatör kullanılarak değiştiği bir yöntemdir.

Katılımcı-15: Çözünürlüğü belirli bir çözelti ile bilinmeyen çözeltinin konsantrasyonu tayin etme yöntemidir.

4. Belirsiz ve anlamsız cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-11: Bilmiyorum.

Katılımcı-12: Asidi bazı, bazı asit hangi mililitre yaptığını anladığımız.



3. Sorunun Değerlendirilmesi.

Üçüncü olarak katılımcılara “eşdeğerlik noktası nedir?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “bir titrasyonda eklenen standart reaktif miktarının analit miktarına kimyasal olarak eşit olduğu noktadır” (Skoog, 1996) şeklindedir.

Tablo 8

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 3. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	-	-
Karmaşık Anlama	KA	[1]	9	20
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	12	26,66
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	-	-
Bilimsel Anlama	BA	[4]	24	53,33
		Toplam	45	100

Tablo 8’de zihinsel model belirleme aracının 3. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 3. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 9 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 12 katılımcı “bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 24 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

3. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde dört kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9

3. Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Analit ve titrantın kimyasal olarak eşit olduğu nokta (Eşdeğer gram sayılarının eşit olduğu nokta)	1, 2, 5, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 34, 35, 36, 38, 42, 44,	24	53,33	4
2. Analit ile titrantın hacminin eşitlenmesi	4, 13, 23, 21, 33, 43	6	13,33	2
3. Analit ve titrantın tepkime verebildiği son nokta	3, 6, 14, 19, 37, 18, 30, 31, 45	9	20	1
4. Farklı cevaplar	10, 12, 29, 39, 40, 41	6	13,33	2
Toplam		45	100	

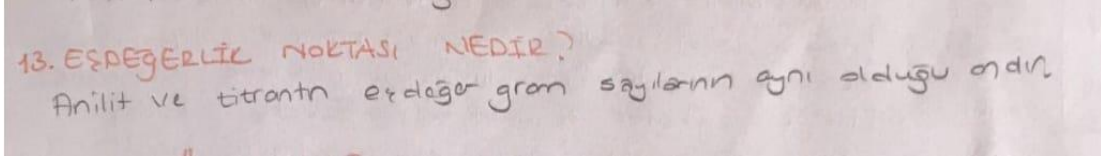
Tablo 9 incelendiğinde yirmi dört katılımcının analit ve titrantın kimyasal olarak eşit olduğu nokta (eşdeğer gram sayılarının eşit olduğu nokta), altı katılımcının analit ile titrantın hacminin eşitlenmesi, dokuz katılımcının analit ve titrantın tepkime verebildiği son nokta ve altı katılımcının ise farklı cevaplar verdikleri belirlenmiştir.

Titrasyonlar konusuna ait 3. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1. Analit ve titrantın kimyasal olarak eşit olduğu nokta (Eşdeğer gram sayılarının eşit olduğu nokta), anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmışlardır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

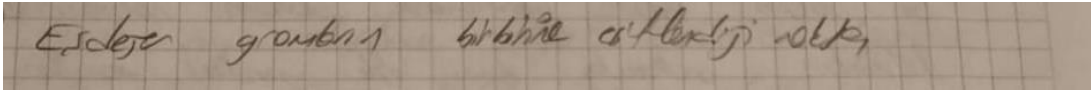
Katılımcı-1: Analit ve titrantın kimyasal olarak birbirine eşit olduğu noktadır.

Katılımcı-7: Eşdeğerlik noktası analit ve titrantın eşdeğer gram sayılarının aynı eşit olduğu andaki değerdir.



13. EŞDEĞERLİK NOKTASI NEDİR?
Analit ve titrantın eşdeğer gram sayılarının aynı olduğu andır.

Katılımcı-8: Eşdeğer gramların birbirine eşitlendiği noktadır.

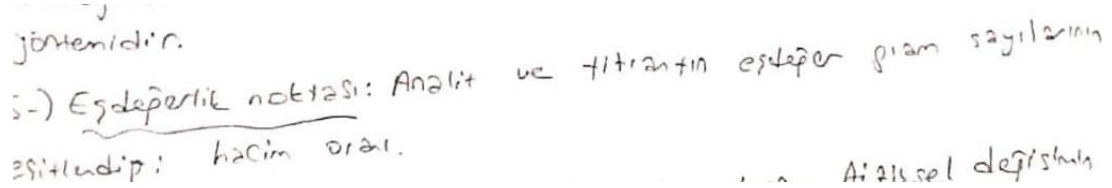


Eşdeğer gramların birbirine eşitlendiği nokta.

Katılımcı-9: Eşdeğer gram sayılarının birbirine eşit olduğu noktadır.

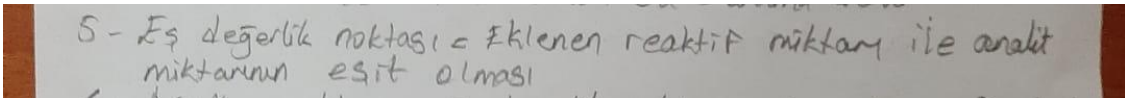
2. Analit ile titrantın miktarının (hacim) eşitlenmesi anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmışlardır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-4: Analit ve titrantın eşdeğer gram sayılarının eşitlendiği hacim oranıdır.



jöntemidir.
s-) Eşdeğerlik noktası: Analit ve titrantın eşdeğer gram sayılarının eşitlendiği hacim oranı. Analitik değeri.

Katılımcı-5: Eklenen reaktif miktarı ile analit miktarının eşit olmasıdır.



5 - Eş değerlik noktası, eklenen reaktif miktarı ile analit miktarının eşit olması.

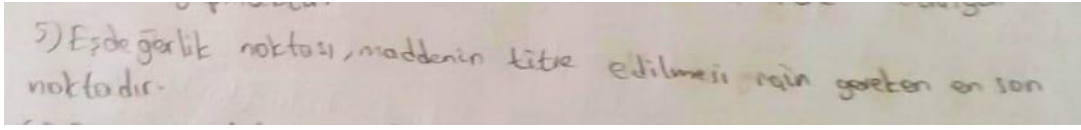
Katılımcı-13: Analit ve titrantın hacimsel olarak aynı olduğu noktadır.

3. Analit ve titrantın tepkime verebildiği son nokta anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmışlardır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-3: Analitin titrantla daha fazla tepkime veremediği noktadır.

5 Terminolojide "analit ve titrantın eşdeğer gram sayılarının aynı olduğu nokta" olarak geçer. Benim cümlelerimle; "Analitin titrantla daha fazla tepkime veremediği noktadır."

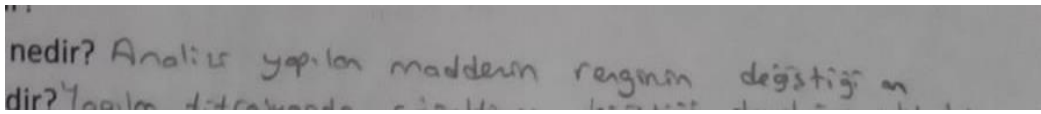
Katılımcı-6: Eşdeğerlik noktası maddenin titre edilmesi için gereken en son noktadır.



Katılımcı-14: Analitin titrant ile harcanmadığı nokta

4.Farklı cevaplar diğer yanıtlardan farklı anlamlara gelen cevaplar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-10: Analizi yapılan maddenin renginin değiştiği an.



Katılımcı-12: Eşdeğerlik noktası maddenin değişim gösterdiği, aldığı mililitre ph'ın 7 olduğu noktadır.

4. Sorunun Değerlendirilmesi.

Dördüncü olarak katılımcılara “dönüm noktası nedir?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “bir titrasyonda kimyasal eşdeğerlik noktasında fiziksel bir değişimin gözlemlendiği noktadır” (Skoog, 1996) şeklindedir.

Tablo 10

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 4. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	3	6,66
Karmaşık Anlama	KA	[1]	-	-
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	6	13,33
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	21	46,66
Bilimsel Anlama	BA	[4]	15	33,33
		Toplam	45	100

Tablo 10'da zihinsel model belirleme aracının 4. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 4. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 3 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan,

belirsiz ve anlaşılabilir cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamıştır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 21 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlamıştır. 15 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

4. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde beş kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11

4. Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Eşdeğerlik noktasında fiziksel değişim göstergesi	1, 2, 4, 5, 8, 16, 19, 21, 24, 32, 37, 39, 41, 42	15	33,33	4
2. Renk değişiminin gözlemlendiği an	6, 7, 9, 11, 13, 15, 18, 23, 25, 26, 28, 31, 33, 34, 36, 40, 43, 45,	18	40	3
3. Çözeltide değişimin gözlemlendiği nokta	3, 10, 22, 27, 35, 44	6	13,33	2
4. Titrantın indikatörle tepkime verdiği nokta	14, 17, 20	3	6,66	3
5. Belirsiz ve anlamsız cevaplar	12, 30, 38	3	6,66	0
Toplam		45	100	

Tablo 11 incelendiğinde on beş katılımcının eşdeğerlik noktasında fiziksel değişim göstergesi, on sekiz katılımcının renk değişiminin gözlemlendiği an, altı katılımcının çözeltide değişimin gözlemlendiği nokta, üç katılımcının titrantın indikatörle tepkime verdiği nokta cevabını verdiği ve üç katılımcının belirsiz ve anlamsız ifadeler kullandığı belirlenmiştir.

Titrationlar konusuna ait 4. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1.Eşdeğerlik noktasında fiziksel değişim göstergesi, anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Analit ile titrantın eşdeğerlik noktasına geldiğindeki fiziksel değişimin göstergesidir.

Katılımcı-2: Eşdeğerlik noktasında kullanılan belirtecin 30 saniye kadar süreyle renk değişikliği gösterdiği noktadır.

Titrasyonda bir türün tamamen tükenmesi U U
Eş değeri noktasında kullanılan belirtecin 30 sn kadar süre ile renk değişikliği gösterdiği nokta
yüksek mal kütlesine

Katılımcı-4: Eşdeğerlik noktasında oluşan fiziksel değişimin gözlemlendiği noktadır.

Esitlendip: hacim oranı.

6-) Dönüm noktası: Eşdeğerlik noktasında oluşan fiziksel değişimin gözlemlendiği noktadır.

Katılımcı-5: Eşdeğerlik noktasında oluşan fiziksel değişime denir.

6- Dönüm noktası = Eş değeri noktasında oluşan fiziksel değişime denir.

Katılımcı-8: Gözlenebilen fiziksel değişikliklerin meydana geldiği eşdeğerlik noktasıdır.

Gözlenebilen fiziksel değişikliklerin meydana geldiği eşdeğerlik noktasıdır.

2. Renk değişiminin gözlemlendiği an, anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-6: Dönüm noktası maddenin renginin döndüğü saniyedir.

Dönüm noktası maddenin renginin döndüğü saniyedir.

Katılımcı-7: Analite titrant ilavesi ile renk değişiminin gözlemlendiği andır. Renk dönümünün gözlemlendiği ve 30 saniye kalıcı olduğu an.

12. DÖNÜM NOKTASI NEDİR?
Tam renk dönümünün gözlemlenmesi ve 30 sn kalıcı olduğu an.

Katılımcı-9: İndikatörde renk değişiminin gözlemlendiği noktadır.

Katılımcı-11: Titrant yapılan çözeltide meydana gelen renk değişikliğinin olduğu ana denir

Katılımcı-13: Titrantın fazla olduğu noktada indikatörün renginin değiştiği noktadır.

3. Çözeltide değişimin gözlemlendiği nokta, anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-3: Titrantın bir damla fazla eklenmesiyle analit ile daha fazla tepkime veremeyeceğinden indikatör ile tepkime vermesi sonucu çözeltide değişimin gözlemlendiği noktadır.

Titrantın bir damla fazla eklenmesiyle, analitle daha fazla tepkime veremeyeceğinden indikatörle tepkime vermesi sonucu çözeltide değişimin gözlemlendiği noktadır.

Katılımcı-10: Yapılan titrasyonda çözeltinin değiştiği, doyduğu noktadır.

4. Titrantın indikatörle tepkime verdiği nokta, anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-14: Analitin bittiği noktada titrantın indikatörle tepkime verdiği nokta.

? Analitin bittiği noktada titrantın indikatörle tepkime verdiği nokta.
? Yeni cevabın özelliği olmayan, her türlü durumda bittiği nokta.

5. Belirsiz ve anlamsız cevaplar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-12:

Çözeltideki noktası arasında fark var mıdır? Varsa yazın.
Dönüm noktası, titrant ile analitin

5. Sorunun Değerlendirilmesi.

Beşinci olarak katılımcılara "titrant nedir?" sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap "değişimi bilinen çözeltidir" (Skoog, 1996) şeklindedir.

Tablo 12

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 5. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	3	6,66
Karmaşık Anlama	KA	[1]	6	13,33
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	15	33,33
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	3	6,66
Bilimsel Anlama	BA	[4]	18	40
		Toplam	45	100

Tablo 12’de zihinsel model belirleme aracının 5. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 5. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 3 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılabilir cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlanmıştır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlanmıştır. 15 katılımcı “bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 2 düzeyinde yanıtlanmıştır. 3 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlanmıştır. 18 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlanmıştır.

5. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde beş kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13

5.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Derişim bulunmasını sağlayan madde	1, 17, 21	3	6,66	3
2. Derişimi bilinen çözelti	2, 3, 4, 7, 8, 13, 20, 22, 23, 27, 30, 33, 34, 36, 37, 38, 41, 45	18	40	4
3. Bürette bulunan çözelti	5, 12, 19, 31, 43, 44	6	13,33	2
4. Analitin üzerine eklenen madde, titre	6, 9, 14, 26, 28, 32, 35, 39, 40,	9	20	2

eden madde

5. Bilimsel olmayan cevaplar	10, 15, 16, 18, 25,	6	13,33	1
6. Cevap yok	11, 24, 42	3	6,66	0
Toplam		45	100	

Tablo 13 incelendiğinde üç katılımcının derişim bulunmasını sağlayan madde, on sekiz katılımcının derişimi bilinen çözelti, altı katılımcının bürette bulunan çözelti, dokuz katılımcının analitin üzerine eklenen madde, titre eden madde, altı katılımcının bilimsel olmayan ifadeler kullandıkları ve üç katılımcının soruya cevap vermediği belirlenmiştir.

Titrationlar konusuna ait 5. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1. Derişim bulunmasını sağlayan madde: Titrantın, derişim bulunmasını sağlayan madde olduğunu gösteren yanıt bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren yanıt şu şekildedir;

Katılımcı-1: Bir titrasyonda bürette olan maddedir. Büretteki titrant hacim ölçülüp bilinmeyen maddenin derişiminin bulunmasını sağlar.

2. Derişimi bilinen çözelti: Titrantın, bir titrasyonda derişimi bilinen çözelti olduğunu ifade eden yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren yanıtlar şu şekildedir;

Katılımcı-2: Büret içerisinde yer alan derişimi bilinen standart çözeltidir. (Titrant)

*Büret içerisinde yer alan derişimi bilinen st çözeltidir. → TITRANT
Bürette bulunan derişimi hacmi bilinmeyen için edilecek çözeltidir → ANALİT*

Katılımcı-3: Titrasyonda bürete konulan ve hacmi derişimi bilinen maddedir.

Katılımcı-4: Titrasyonda derişimi bilinen çözeltidir. Üst kısımda bürettedir.

*o) Titrant: Titrasyonda derişimi bilinen çözeltidir.
Üst kısımda bürettedir*

Katılımcı-7: Bürette bulunan derişimi ve hacmi bilinen analiz çözeltisini titre etmek için kullanılan maddelerdir.

Bürette bulunan, derişimi ve hacmi bilinen; analit çözeltisini titre etmek için kullanılan maddelerdir.

Katılımcı-8: Derişimi kesin olarak bilinen maddedir.

Derişimi kesin olarak bilinen maddedir.

3.Bürette bulunan çözelti: Titrantın titrasyon işleminde bürette bulunduğunu ifade eden yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren yanıtlar şu şekildedir;

Katılımcı-5: Volumetrik analizlerde büret içine konulan çözelti.

Titrant = Volumetrik analizlerde büret içine konulan çözelti.

Katılımcı-12: Büret içinde olan maddenin değişimini sağlayacak çözelti.

4.Analitin üzerine eklenen, titre eden madde: Titrasyon işlemi sırasında titrantın analitin üzerine eklenen, analitin titre edilmesini sağlayan madde olduğunu ifade eden yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren yanıtlar şu şekildedir;

Katılımcı-6: Analitin üzerine yavaş bir şekilde eklenerek titrasyon yapılan maddedir.

10) Analitin üzerine yavaş bir şekilde eklenerek titrasyon yapılan maddedir.

Katılımcı-9: Titre eden maddedir, bürette bulunur.

10) Titre eden maddedir. Bürette bulunur.

Katılımcı-11: Analizi yapılacak çözeltiye eklenen madde.

Katılımcı14.: Analizi yapılacak madde ile tepkimeye giren çözelti.

5.Bilimsel olmayan cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren yanıtlar şu şekildedir;

Katılımcı-10: Çözeltinin dönüm noktasına gelmesini sağlayan maddedir.

Katılımcı-15: Analit çözeltisine ilave edilen çözünürlüğü bilinen madde.

r? Analit çözeltisine ilave edilen çözünürlüğü bilinen madde
 ? Titrim ile "bilimsel" anlamda

6. Sorunun Değerlendirilmesi.

Altıncı olarak katılımcılara “analit nedir?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “bir numunedeki tayin edilecek bileşenlerin ortak adıdır” (Skoog, 1996) şeklindedir.

Tablo 14

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 6. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	6	13,33
Karmaşık Anlama	KA	[1]	3	6,66
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	6	13,33
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	6	13,33
Bilimsel Anlama	BA	[4]	24	53,33
		Toplam	45	100

Tablo 14’te zihinsel model belirleme aracının 6. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 6. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 6 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılmaz cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamışlardır. 3 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlamıştır. 24 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

6. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde altı kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15

6. Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Analiz edilen madde (titre edilen)	1, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 17, 20, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 32, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44,	24	53,33	4
2. Deşişimi ve hacmi bilinmeyen madde	2, 27, 33	3	6,66	2
3. Titrant ile tepkime veren madde	3, 28, 43	3	6,66	2
4. Deşişimi bilinmeyen madde	4, 13, 16, 18, 35, 45	6	13,33	3
5. Çözünürlüğü titrant ile belirlenen madde	15, 19, 24,	3	6,66	1
6. Belirsiz ve anlaşılmaz cevaplar	10, 12, 21, 31, 34, 37	6	13,33	0
Toplam		45	100	

Tablo 15 incelendiğinde yirmi dört katılımcının analiz edilen madde (titre edilen), üç katılımcının deşişimi ve hacmi bilinmeyen madde, üç katılımcının titrant ile tepkime veren madde, altı katılımcının deşişimi bilinmeyen madde, üç katılımcının çözünürlüğü titrant ile belirlenen madde ve altı katılımcının da belirsiz ve anlaşılmaz ifadeler kullandıkları belirlenmiştir.

Titrasyonlar konusuna ait 6. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1. Analitin bir numune içerisindeki analiz edilen, titre edilen madde anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Bir titrasyonda analizi yapılmak istenen çözeltilidir.

Katılımcı-5: Analizi yapılacak olan madde.

Analit = Analizi yapılacak olan madde

Katılımcı-6: Titre edilen maddedir.

Katılımcı-7: Hacmi bilinen ancak derişimi titrant ilavesi ile (titrasyon) bulunmaya çalışılan maddelerdir. Hacmi belli konsantrasyonu titrasyon işlemi ile bulunacak madde.

. ANALİZİ YAPILACAK
Hacmi bilinen ancak derişimi titrant ilavesiyle (titrasyon) bulunmaya çalışılan maddelerdir. (Hacmi belli, konsantrasyonu titrasyon işlemiyle bulunacak madde.)

Katılımcı-8: Analizi yapılacak olan maddedir.

Analizi yapılacak olan maddedir

Katılımcı-9: Analiz edilen maddedir, erlende bulunur.

Katılımcı-11: Titrasyonu yapılacak maddeye denir.

Katılımcı-14: Erlende olan analizi yapılan çözelti

2. Derişimi ve hacmi bilinmeyen madde anlamına gelen yanıt bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtı şu şekildedir;

Katılımcı-2: Erlende bulunan derişimi hacmi bilinmeyen tayin edilecek çözeltidir.
(Analit)

Biret içerisinde yer alan ve erlende bulunan derişimi hacmi bilinmeyen tayin edilecek çözeltidir → Analit

3. Titrant ile tepkime veren madde anlamına gelen yanıt bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtı şu şekildedir;

Katılımcı-3: İndikatörle birlikte erlene koyulan ve titrant ile tepkime veren çözeltidir.

İndikatörle birlikte erlene koyulan ve titrant ile tepkime veren çözelti.

4. Derişimi bilinmeyen madde anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-4: Titrasyonda derişimi bilinmeyen çözeltilerdir.

117 Analit : Titrasyonda derişimi bilinmeyen çözeltiler

Katılımcı-13: Molar derişimi bilinmeyen çözeltiler.

5.Çözünürlüğü titrant ile belirlenen madde anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtı şu şekildedir;

Katılımcı-15: Titrant ile çözünürlüğü belirlenen madde.

? Titrant ile çözünürlüğü belirlenen madde.
tası nedir?

6.Belirsiz ve anlaşılabilir cevaplar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-10: Ayarlanması istenen çözeltilerdir.

ilir? Ayarlanması istenen çözeltiler

Katılımcı-12: Çözeltinin aranan madde renk derişimi olan.

7. Sorunun Değerlendirilmesi.

Yedinci olarak katılımcılara "indikatör nedir?" sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap "dönüm noktasında fiziksel derişim gösteren maddelere indikatör adı verilir" (Skoog, 1996) şeklindedir.

Tablo 16

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 7. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	3	6,66
Karmaşık Anlama	KA	[1]	9	20
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	12	26,66
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	3	6,66
Bilimsel Anlama	BA	[4]	18	40
		Toplam	45	100

Tablo 16’da zihinsel model belirleme aracının 7. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 7. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 3 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılmaz cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamışlardır 9 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 12 katılımcı “bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 3 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlamıştır. 18 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

7. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde altı kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17

7.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Eşdeğerlik veya dönüm noktasında renk değişimi gösteren madde	2, 4, 5, 8, 9, 15, 17, 20, 22, 25, 29, 32, 33, 38, 36, 41, 42, 43	18	40	4
2. Fiziksel değişim gözlenmesini sağlayan madde	1, 30, 44,	3	6,66	3
3. Maddelerin varlığını incelemek için kullanılan boyar madde	7, 19, 26	3	6,66	2
4. Titrant ile tepkimeye giren madde	3, 13, 14, 21, 24, 31, 35, 39, 40,	9	20	2
5. Farklı cevaplar	6, 11, 12, 16, 18, 23, 28, 37, 45	9	20	1
6. Cevap yok	10, 27, 34	3	6,66	0
Toplam		45	100	

Tablo 17 incelendiğinde on sekiz katılımcının eşdeğerlik veya dönüm noktasında renk değişimi gösteren madde, üç katılımcının fiziksel değişim

gözlenmesini sağlayan madde, üç katılımcının maddelerin varlığını incelemek için kullanılan boyar madde, dokuz katılımcının titrant ile tepkimeye giren madde, dokuz katılımcının da farklı cevaplar verdiği ve üç katılımcının soruya cevap vermediği belirlenmiştir.

Titrasyonlar konusuna ait 7. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1.Eşdeğerlik veya dönüm noktasında renk değişimi gösteren madde, anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-2: Titrasyonlarda eşdeğerlik noktası belirlenmesinde kullanılan zayıf organik boyar maddedir. (HI gibi)

indikatörün 30 sn kadar renk değişimi...
Titrasyonlarda eşdeğerlik nok. belirlenmesinde kullanılan zayıf organik boyar maddeler (HI gibi)
... eşdeğerlik noktası, dönüm

Katılımcı-4: Titrasyonun eşdeğerlik noktasında renk değiştiren maddelerdir.

(u-) indikatör: Titrasyonun eşdeğerlik noktasında renk değiştiren maddelerdir.

Katılımcı-5: pH belirteçleri dönüm noktası veya eşdeğerlik noktasındaki fiziksel değişimlerin gözlemlendiği madde.

14- indikatör = pH belirteçleri, Dönüm noktası veya eşdeğerlik noktasındaki fiziksel değişimlerin gözlemlendiği madde.

Katılımcı-8: Dönüm noktasında eşdeğerlik noktası civarı renk değiştiren madde belirteç.

Dönüm noktasında (Eşdeğerlik noktası civarı) renk değiştiren madde (Belirteç)

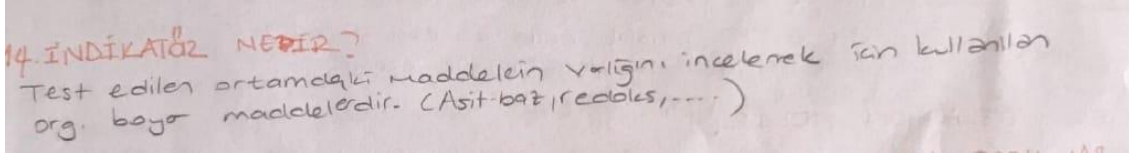
Katılımcı-9: Dönüm noktasında fiziksel değişimin gözlemlendiği maddelerdir. Organik ve boyar maddelerdir.

2. Fiziksel değişim gözlenmeye yarayan madde, anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Bir kimyasal reaksiyonda değişimin fiziksel olarak gözlemlenmesini sağlayan maddelerdir.

3. Maddelerin varlığını incelemek için kullanılan boyar madde, anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtı şu şekildedir;

Katılımcı-7: Test edilen ortamdaki maddelerin varlığını incelemek için kullanılan organik boyar maddelerdir (Asit-baz-redoks).



4. Titrant ile tepkimeye giren madde, anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

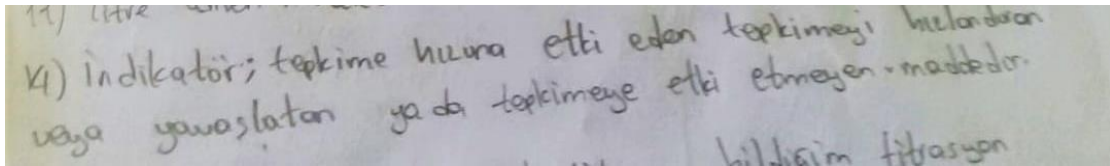
Katılımcı-3: Dönüm noktasında titrantın bir damla fazlası ile tepkime veren maddedir.

Dönüm noktasında titrantın 1 damla fazlasıyla tepkime veren maddedir.

Katılımcı-13: Titrant ile tepkimeye girer renk değişimi ile dönüm noktası oluşmasını sağlayan madde.

5. Farklı cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-6: İndikatör tepkime hızına etki eden tepkimeyi hızlandıran ve yavaşlatan ya da tepkimeye etki etmeyen maddedir.



Katılımcı-11: Titrant yapılacak maddeye eklenen ve çözünmeyi sağlayan maddedir.

Katılımcı-12: Maddeye renk değişimini gözleninceye kadar katılan çözelti.

6. Cevap yok

8. Sorunun Değerlendirilmesi.

Sekizinci olarak katılımcılara “dönüm noktası ile eşdeğerlik noktası arasında fark nedir? Varsa yazın. Yoksa neden olmadığını açıklayın.” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “teorik olarak fark olmaması ve iki noktanın birbiri ile aynı olması gerekir. Dönüm noktasında fiziksel bir değişim görülür. Eşdeğerlik noktası standart reaktif ile analit miktarının eşit olduğu noktadır” şeklindedir.

Tablo 18

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 8. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	9	20
Karmaşık Anlama	KA	[1]	15	33,33
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	6	13,33
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	-	-
Bilimsel Anlama	BA	[4]	15	33,33
		Toplam	45	100

Tablo 18’de zihinsel model belirleme aracının 8. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 8. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 9 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılabilir cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamışlardır. 15 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 15 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

8. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde dört kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19

8.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1.Eşdeğerlik noktasında eşdeğer gram sayıları eşitken, dönüm noktasında fiziksel değişim gözlenir.	1, 2, 5, 7, 9, 16, 18, 19, 23, 27, 30, 36, 40, 41, 44	15	33,33	4
2.Eşdeğerlik noktası analit ve titrantın miktarının eşit olduğu noktadır. Dönüm noktasında titranttan daha fazla vardır	8, 11, 22, 25, 33, 43	6	13,33	2
3.Bilimsel olmayan cevaplar	3, 4, 6, 13, 14, 20, 21, 29, 28, 32, 34, 37, 38, 39, 42	15	33,33	1
4.Boş bırakılan, belirsiz ve anlaşılmasız cevaplar	10, 12, 15, 17, 24, 26, 31, 35, 45	9	20	0
Toplam		45	100	

Tablo 19 incelendiğinde on beş katılımcının eşdeğerlik noktasında eşdeğer gram sayıları eşitken, dönüm noktasında fiziksel değişim gözlenir, altı katılımcının eşdeğerlik noktası analit ve titrantın miktarının eşit olduğu noktadır, dönüm noktasında titranttan daha fazla vardır, on beş katılımcının bilimsel olmayan cevaplar verdiği ve dokuz katılımcının da boş bırakılan, belirsiz ve anlaşılmasız ifadeler kullandıkları belirlenmiştir.

Titrasyonlar konusuna ait 8. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1. Eşdeğerlik noktasında eşdeğer gram sayıları eşitken, dönüm noktasında fiziksel değişim gözlenir, anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Eşdeğerlik noktası eşitlendiğini gösterir, dönüm noktası ise bu eşitlikteki fiziksel değişimi gösterir.

Katılımcı-2: Eşdeğerlik noktası analit ve titrantın eşdeğer gram sayılarının eşit olduğu nokta iken dönüm noktası o hacimde indikatörün renk değiştirdiği noktadır.

Titrasyonlarda eşdeğerlik nok. belirlenmesinde molarite ve hacim önemli rol oynar. Eşdeğerlik noktası analit ve titrantın eşdeğer gram sayılarının eşit olduğu nokta iken, dönüm noktası o hacimde indikatörün renk değiştirdiği noktadır. Volumetri?

Katılımcı-5: Dönüm noktası fiziksel değişim, eşdeğerlik noktası analit ve titrant eş olması arasındaki fark budur.

15- Dönüm noktası fiziksel değişimin gözlenmesi, renk değişimi, eşdeğerlik noktası türlerin eşdeğer gram sayılarının eşit olduğudur. Eşdeğerlik noktası teorik bir değerdir.

Katılımcı-7: Dönüm noktası fiziksel değişimin gözlenmesi, renk değişimi, eşdeğerlik noktası türlerin eşdeğer gram sayılarının eşit olduğudur. Eşdeğerlik noktası teorik bir değerdir

15. DÖNÜM NOKTASI NEDİR? VARSA YAZIN.
Evet, vardır. Dönüm noktası fiziksel değişimin gözlenmesi (renk değişimi) eşd. noktası türlerin eşd. gram sayılarının eşit olduğudur. eşd. noktası teorik bir değerdir.

Katılımcı-9: Dönüm noktasında indikatörün renk değiştirmesi durumu söz konusu iken eşdeğerlik noktasında asit ve baz miktarının birbirine eşit olması durumudur. Yani birbirinden farklılardır.

2. Eşdeğerlik noktası analit ve titrantın miktarının eşit olduğu noktadır. Dönüm noktasında titranttan daha fazla vardır, anlamına gelen yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-8: Eşdeğerlik noktasında analit ve titrantın eşdeğer gramları birbirine eşitlenir. Fakat bu nokta gözle görülemez. Dönüm noktasında titrantın ortamda bir tık fazlası vardır

(15) Eşdeğerlik noktasında analit ve titrantın eşdeğer gramları birbirine eşitlenir fakat bu nokta gözle görülemez, Dönüm noktasında titrantın ortamda bir tık fazlası vardır. titrant fazlasından dolayı ortamda indikatör renk değişir.

Katılımcı-11: Eşdeğerlik noktasında titrant ile analit miktarları eşit halde olur ancak dönüm noktasında analite eklenen titrantın miktarı artar.

3. Bilimsel olmayan cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-3: Eşdeğerlik noktası aslında dönüm noktasından öncedir. Titrantın bir damla fazlasının eklenmesi ile dönüm noktasına gelinir, aynıdır denebilir.

Eşdeğerlik noktası aslında dönüm noktasından önce dir. Titrantın + demia fazlasını ~~...~~ eklemesiyle dönüm noktasına geliriz. Aydır olabilir.

Katılımcı-4: Eşdeğerlik noktası analit ve titrantın EGS eşit olduğu hacim oranırken, dönüm noktası EGS eşit olduktan sonra fiziksel değişimin gözleendiği noktadır.

15-) Eşdeğerlik noktası analit ve titrantın EGS eşit olduğu hacim oranırken dönüm noktası EGS eşit olduktan sonra fiziksel değişimin gözleendiği noktadır.

Katılımcı-6: Dönüm noktası ile eşdeğerlik noktası arasında fark vardır. Dönüm noktası renk dönüşümünü, eşdeğerlik noktası ise titrasyonun tamamının değiştiğini gösterir

Katılımcı-14: Eşdeğerlik noktası analitin miktarını belirlemede önemlidir.

4.Cevap yok

9.Sorunun Değerlendirilmesi.

Dokuzuncu olarak katılımcılara “ne tür titrasyonlar tanıyor sunuz? Örnek verin.” sorusu yöneltilmiştir. (Bu soruda katılımcılardan sadece analitik kimya dersi kapsamında gördükleri titrasyonları örneklemeleri beklenmektedir): Katılımcılardan beklenen cevap “nötralleşme, redoks, indirgenme yükseltgenme, çöktürme, kompleks oluşum titrasyonları ve bunlara ait her bir katılımcının yazacağı örnekler” şeklindedir.

Tablo 20

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 9. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	6	13,33
Karmaşık Anlama	KA	[1]	6	13,33
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	-	-
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	24	53,33
Bilimsel Anlama	BA	[4]	9	20
		Toplam	45	100

Tablo 20’de zihinsel model belirleme aracının 9. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 9. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 6 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılabilir cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamışlardır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyum olmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 24 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlamıştır. 9 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

9. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde dört kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21

9.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

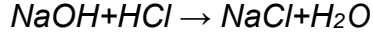
Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Titrasyon türleri ve örneklerin doğru olduğu cevaplar	3, 8, 9, 20, 24, 28, 33, 39, 40	9	20	4
2. Titrasyon türü eksik veya örnek belirtilmeyen cevaplar	1, 2, 4, 5, 7, 12, 13, 15, 16, 18, 21, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 43, 45	24	53,33	3
3. Farklı cevaplar	6, 14, 17, 22, 38, 42	6	13,33	1
4. Cevap yok	10, 11, 19, 36, 41, 44	6	13,33	0
Toplam		45	100	

Tablo 21 incelendiğinde dokuz katılımcının titrasyon türleri ve örneklerin doğru olduğu cevaplar, yirmi dört katılımcının titrasyon türü eksik veya örnek belirtilmeyen cevaplar, altı katılımcının farklı cevaplar verdiği ve altı katılımcının soruya cevap vermediği belirlenmiştir.

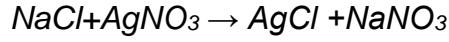
Titrasyonlar konusuna ait 9. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1. Titrasyon türleri ve örneklerin doğru olduğu cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

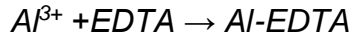
Katılımcı-3: Asit- baz titrasyonu



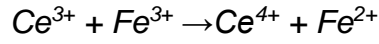
Çöktürme titrasyonu



Kompleksometri titrasyonu

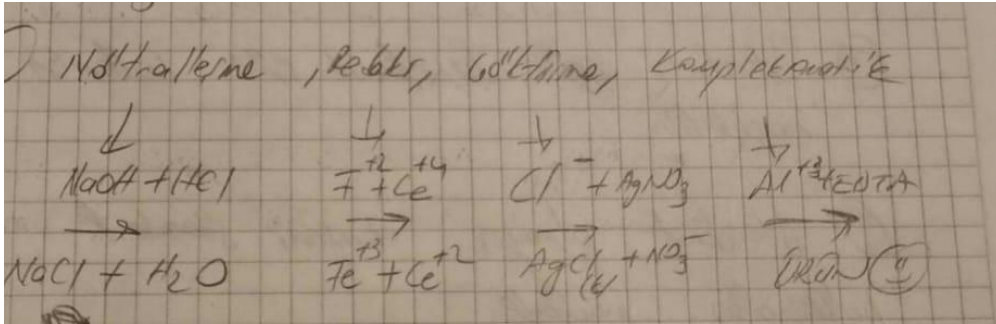


Redoks titrasyonu



- Asit-Baz Titrasyonu ; $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
- Çöktürme Titrasyonu ; $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl}(\downarrow) + \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$
- Kompleksometri ; $\text{Al}^{3+} + \text{EDTA} \rightarrow \text{Al-EDTA}$
- Redoks Titrasyonu ; $\text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+}$

Katılımcı-8:



Katılımcı-9: Asit -baz titrasyonu HCl -NaOH

Yükseltgenme indirgenme titrasyonları Demir ve seryum

Çöktürme titrasyonları Klor ve Gümüş nitrat

Kompleksometrik titrasyonlar Magnezyum ve EDTA

iyodometrik titrasyonlar I_2 ve I^-

2. Titrasyon türü eksik veya örnek belirtilmeyen cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Asit-baz titrasyonu (HCl ve NaOH arasında)

Redoks titrasyonları (MnO_4^- ün Mn^{2+} ya indirgenmesi),

Çöktürme titrasyonları ($AgNO_3$ ile NaCl arasındaki titrasyonda AgCl çökmesi)

Katılımcı-2:

o ölçümde indikatörün renk değişimi
Yükseltgenme -indirgenme, Çöktürme, Asit-Baz, Kompleksometri?

Yükseltgenme -indirgenme

Çöktürme

Asit-baz

Kompleksometri

Katılımcı-4: Asit- baz titrasyonları

(HCl- NaOH)

Çöktürme titrasyonları (Gümüş nitrat ($AgNO_3$))

Yükseltgenme indirgenme titrasyonları

Nötralleşme titrasyonları

Kompleks oluşturma titrasyonları

Katılımcı-5: Asit -baz titrasyonu HCl-NaOH

Redoks titrasyonu

Kompleksometrik titrasyon EDTA

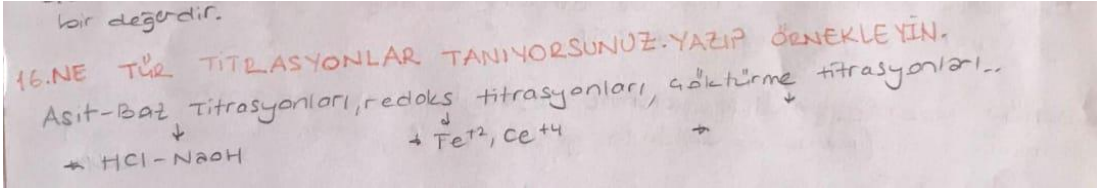
Asit - baz titrasyonu (HCl - NaOH)
Redoks titrasyonu
Kompleksometrik titrasyon (EDTA)

Katılımcı-7: Asit- baz titrasyonları HCl-NaOH

Redoks titrasyonları

(Demir iyonu seryum iyonu)

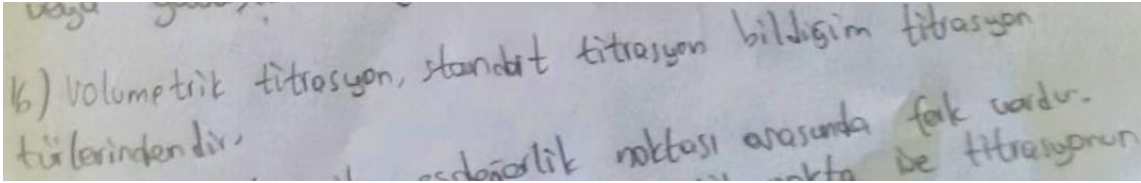
Çöktürme titrasyonları



Katılımcı-12: Nötralleşme titrasyonları, yer değiştirme titrasyonları, çökme titrasyonları, kompleks titrasyonları.

3.Farklı cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-6: Volumetrik titrasyon, standart titrasyon bildiğim titrasyon türlerindedir.



Katılımcı-14: Mohr yöntemi, Volhard, EDTA ile titrasyon

4.Cevap yok

10. Sorunun Değerlendirilmesi.

Onuncu olarak katılımcılara “NaOH ile HCl titre edildiğinde analit ve titrant hangisidir?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “NaOH analit, HCl titranttır.” şeklindedir.

Tablo 22

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 10. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	-	-
Karmaşık Anlama	KA	[1]	3	6,66
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	-	-
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	-	-
Bilimsel Anlama	BA	[4]	42	93,33
		Toplam	45	100

Tablo 22’de zihinsel model belirleme aracının 10. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 10. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 3 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 42 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

10. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde iki kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 23

10.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1.Analit: NaOH Titrant: HCl	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45	42	93,33	4
2.Analit: HCl Titrant: NaOH	12, 33, 41	3	6,66	1
Toplam		45	100	

Tablo 23 incelendiğinde kırk iki katılımcının analit: NaOH, titrant: HCl, üç katılımcının ise analit: HCl, titrant: NaOH cevabını verdikleri belirlenmiştir.

Titration konusuna ait 10. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1.Analit: NaOH, Titrant: HCl, cevabını veren katılımcıların yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: NaOH analit, HCl titrant.

Katılımcı-2: HCl- titrant, NaOH- analit

3) HCl → titrant / NaOH → Analit

Katılımcı-3: Titrant-HCl, Analit -NaOH

Katılımcı-4:

NaOH → analit → primer standart madde demektir
HCl → titrant

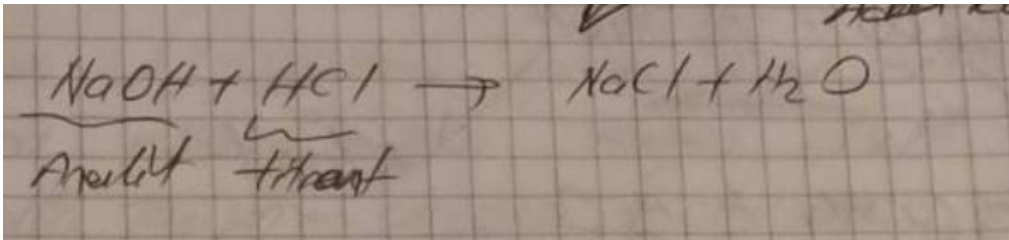
Katılımcı-5: HCl- titrant, NaOH- analit

Katılımcı-6: HCl -titrant, NaOH- analittir.

Katılımcı-7: NaOH Analit, HCl titrant

18. NaOH'ı HCl ile titre ettiğinizde titrant ve analit hangisidir?
• NaOH → Analit
• HCl → Titrant (titre edici)

Katılımcı-8: NaOH analit, HCl titrant



Katılımcı-10: NaOH analit, HCl titrant.

Katılımcı-11: NaOH analit, HCl titrant.

Katılımcı-13: Analit NaOH, titrant HCl

Katılımcı-15: NaOH analit, HCl titrant

2. Analit: HCl, Titrant: NaOH cevabını veren katılımcıların yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-12: Titrant NaOH, analit HCl.

Titrant NaOH
analit HCl

11. Sorunun Değerlendirilmesi.

On birinci olarak katılımcılara “NaOH’ın HCl ile titrasyonu ne tür bir titrasyondur?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “*kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonudur*” şeklindedir.

Tablo 24

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 11. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	-	-
Karmaşık Anlama	KA	[1]	15	33,33
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	-	-
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	24	53,33
Bilimsel Anlama	BA	[4]	6	13,33
		Toplam	45	100

Tablo 24’te zihinsel model belirleme aracının 11. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 11. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 15 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 24 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlamıştır. 6 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

11. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde dört kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 25’te verilmiştir.

Tablo 25

11.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Kuvvetli asit- Kuvvetli baz titrasyonu	1, 2, 9, 16, 22, 27, 34, 37, 41	9	20	4
2. Asit- baz veya nötrleşme	3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 16, 17, 20, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 33,	24	53,33	3

	35, 36, 38, 40, 43			
3. Zayıf baz- Kuvvetli asit	15, 18, 21	3	6,66	1
4. Farklı cevaplar (Çöktürme titrasyonu Volumetrik Volhard Yöntemi)	6, 11, 14, 19, 26, 32, 39, 42, 44	9	20	1
Toplam		45	100	

Tablo 25 incelendiğinde dokuz katılımcının kuvvetli asit- kuvvetli baz titrasyonu, yirmi dört katılımcının asit- baz veya nötralleşme, üç katılımcının zayıf baz- kuvvetli asit ve dokuz katılımcının da farklı cevaplar verdikleri belirlenmiştir.

Titrasyonlar konusuna ait 11. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1.Kuvvetli asit- Kuvvetli baz titrasyonu, anlamına gelen katılımcıların yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonudur.

Katılımcı-2: Asit -baz Nötralleşme titrasyonu (kuvvetli -kuvvetli)

Asit -Baz (Nötralleşme) Titrasyonu (Kuvvetli -Kuvvetli)

2.Asit- baz veya nötralleşme, anlamına gelen katılımcıların yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-3: Nötralleşme Asit- baz titrasyonudur.

Nötralleşme / Asit-Baz titrasyonudur.

Katılımcı-4: HCl -NaOH Asit baz titrasyonları -nötralleşme titrasyonu

*HCl - NaOH → Asit -Baz titrasyonları
→ Nötralleşme "*

Katılımcı-5: NaOH -HCl Asit -baz titrasyonu

Katılımcı-7: NaOH (baz)-HCl (asit) titrasyonu bir asit baz titrasyonudur.

18. NaOH'ın HCl ile titrasyonu ne tür bir titrasyondur?
NaOH (baz) - HCl (asit) titrasyonu bir asit-baz titrasyonudur.

Katılımcı-8: Nötralleşme titrasyonudur.

Katılımcı-10: Asit -baz titrasyonudur.

Katılımcı-12: Nötralleşme

Katılımcı-13: Nötralleşme

3. Zayıf baz- Kuvvetli asit, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-15: Zayıf baz-Kuvvetli asit

ondur? Zayıf Baz - Kuvvetli asit

4. Farklı cevaplar (Çöktürme titrasyonu Volumetrik, Volhard Yöntemi), bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-6: NaOH ile HCl'nin titrasyonu volumetrik titrasyondur.

1) NaOH ile HCl'nin titrasyonu volumetrik titrasyondur.

Katılımcı-11: Çöktürme titrasyonu

Katılımcı-14: Volhard yöntemi ile NaOH derişimini bulma titrasyonu.

12. Sorunun Değerlendirilmesi.

On ikinci olarak katılımcılara “bir önceki sorudaki titrasyonda titrasyon başladığı andan itibaren ortamdaki türler değişir mi?”

- V= 0 ml analit ilave edildiğinde,
- V<dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde,

c) $V =$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde,

d) $V >$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde,

Çözeltide bulunan türler (iyonik, moleküler, atomik vd.) Nelerdir ayrı ayrı yazın” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “*evet, değişir.*”

a) $V = 0$ ml analit ilave edildiğinde; Ortamda sadece NaOH’ın sulu çözeltisi var. Na^+ , OH^- , H^+ , H_2O (OH^- hem sudan hem de NaOH’dan geliyor.)

b) $V <$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde; Dönüm noktası öncesinde HCl ilave edilmeye başlandığı için Na^+ , Cl^- , OH^- , H^+ , H_2O . (H^+ hem sudan hem de HCl’den geliyor. OH^- hem sudan hem de NaOH’dan geliyor.)

c) $V =$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde; Burada Na^+ ve Cl^- ve H_2O ’dan gelen iyonlar var. NaOH’dan gelen OH^- ve HCl’den gelen H^+ tamamen nötrleşerek suya dönüştü.

d) $V >$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde; Ortamda Na^+ , Cl^- , OH^- , H^+ , H_2O var” şeklindedir.

Tablo 26

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 12. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	18	40
Karmaşık Anlama	KA	[1]	12	26,66
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	6	13,33
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	9	20
Bilimsel Anlama	BA	[4]	-	-
		Toplam	45	100

Tablo 26’da zihinsel model belirleme aracının 12. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 12. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 18 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılabilir cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamışlardır. 12 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 6 katılımcı

“bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 9 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlamıştır.

12. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde altı kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27

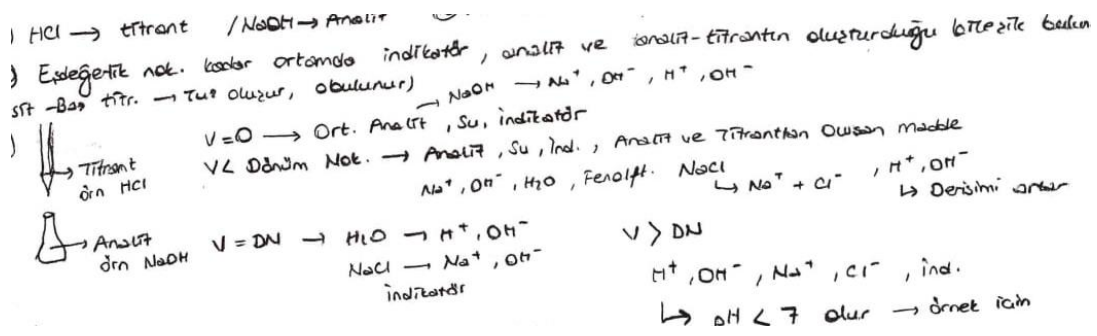
12.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Ortamda bulunan iyonlar belirtilmiş fakat eksik	2, 4, 7, 16, 20, 24, 28, 32, 36	9	20	3
2. Hayır, değişmez	1, 10, 18, 22, 26, 30	6	13,33	1
3. Evet, değişir. (Ortamda bulunan türlerin belirtilmediği yanıtlar)	6, 11, 17, 19, 31, 42	6	13,33	2
4. Evet, değişir (Ortamda bulunan türlerin yanlış belirtildiği yanıtlar).	3, 8, 27, 33, 38, 43	6	13,33	1
5. Belirsiz ve anlamsız cevaplar	5, 12,13, 14, 15, 21, 23, 25, 34, 35, 37, 39, 40, 44, 45	15	33,33	0
6. Cevap yok	9, 29, 41	3	6,66	0
Toplam		45	100	

Tablo 27 incelendiğinde dokuz katılımcının ortamda bulunan iyonlar belirtilmiş fakat eksik, altı katılımcının hayır, değişmez, altı katılımcının evet, değişir (ortamda bulunan türlerin belirtilmediği yanıtlar), altı katılımcının evet, değişir (ortamda bulunan türlerin yanlış belirtildiği yanıtlar), on beş katılımcının belirsiz ve anlamsız cevaplar verdiği ve üç katılımcının da soruya cevap vermediği belirlenmiştir.

Titrationlar konusuna ait 12. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1.Evet değişir, ortamda bulunan iyonlar belirtilmiş fakat eksik olan yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-2:

Eşdeğerlik noktasına kadar ortamda indikatör, analit ve analit ile titrantın oluşturduğu bileşik bulunur. Asit-baz titrasyonu, tuz oluşur o bulunur.

a) $V = 0$ mL analit ilave edildiğinde ortamda analit, su, indikatör (Na⁺, OH⁻, H⁺, OH⁻)

b) $V < \text{dönüm noktası}$ mL analit ilave edildiğinde Analit, su, indikatör, analit ve titranttan oluşan madde (Na⁺, OH⁻, H₂O, Fenolftalein, NaCl, Na⁺ Cl⁻, H⁺ derişimi artar, OH⁻).

c) $V = \text{dönüm noktası}$ mL analit ilave edildiğinde (H⁺, OH⁻, indikatör, Na⁺, OH⁻)

d) $V > \text{dönüm noktası}$ mL analit ilave edildiğinde (H⁺, OH⁻, Na⁺, Cl⁻, indikatör, pH < 7)

Katılımcı-4: Analit ile titrant tepkimeye girer.

a) $V = 0$ mL analit ilave edildiğinde ortamda analit (NaOH), su, indikatör

b) $V < \text{dönüm noktası}$ mL analit ilave edildiğinde Na⁺, Cl⁻, tuz oluşur. Su var, H⁺, OH⁻, indikatör

c) $V = \text{dönüm noktası}$ mL analit ilave edildiğinde NaCl oluşur, H⁺, OH⁻, su, indikatör

d) $V > \text{dönüm noktası}$ mL analit ilave edildiğinde tuz oluştu. Ortam asit pH'ı olur.

2(-) a) $V = 0$ mL → ortamda sadece analit var yani NaOH, su, indikatör
b) $V < \text{dönüm noktası}$ → NaCl oluşur, H⁺, OH⁻, su, indikatör
c) $V = \text{dönüm noktası}$ → NaCl oluşur, H⁺, OH⁻, su, indikatör
d) $V > \text{dönüm noktası}$ → tuz oluştu fakat ortam asit pH'ı olur
... kuvvetli asit, kuvvetli baz titras.

Katılımcı-7:

20. TİTRASYON BAŞLADIĞI ANDAN İTİBAREN ORTAMDAKİ TÜRLER DEĞİŞİR Mİ?

Evet, farklı anlarda farklı türler dönüşürler.

Örneğin ilk anda ilave olmadığı durumda sadece anilitin özelliği ortam özelliği belirleler. Titrasyon başladığında musluk açıp titrant ilavesi olduğunda türler bağlı olarak (kuv.-zayıf vs.) reaksiyon gözlemler. Tuz oluşumu vs. Ortamda türler oluşur ve bulunur. (çözünür, tuz...)

21. a) $V = 0 \text{ mL}$

b) $V <$ dönüm noktası mL anilite ilavesinde

c) $V =$ dönüm noktası mL anilite ilavesinde

d) $V >$ dönüm noktası mL anilite ilavesinde

TÜRLERİ AYRI AYRI BELİRTİNİZ.
(çözünür, atomik, moleküler)

a) $V = 0 \text{ mL} \rightarrow$ ortamda NaOH bulunur. (Na^+, OH^- , H^+, OH^-)
Ortam pH'ini NaOH (kuv. baz) belirler. NaOH su

b) $V <$ d.noktası mL
 Na^+, OH^- (NaOH), H^+, Cl^- (su ve HCl), H_2O , Na^+Cl^- (K.A.-K.B tuzu) ve artan NaOH

c) $V =$ d.noktası mL
HCl-NaOH tepkimesinde oluşan tuz vardır. Diğer türler bitmiştir.
 Na^+Cl^- , H^+, OH^- , H_2O .

d) $V >$ d.noktası mL \rightarrow fazlaca HCl bulunur. (H^+, Cl^-) K.A. pH.

2. Hayır, değişmez ifadesini taşıyan katılımcıların yanıtları bu alt gruba toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Hayır

Katılımcı-10: Değişmez.

3. Evet, değişir (ortamda bulunan türlerin belirtilmediği yanıtlar), anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt gruba toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-6: Titrasyon başladığı andan itibaren ortamdaki türler bileşik oluşturarak değişir.

20) Titrasyon başladığı andan itibaren ortamdaki türler bileşik oluşturarak değişir.
NaOH'ın titrasyonu standart titrasyondur.

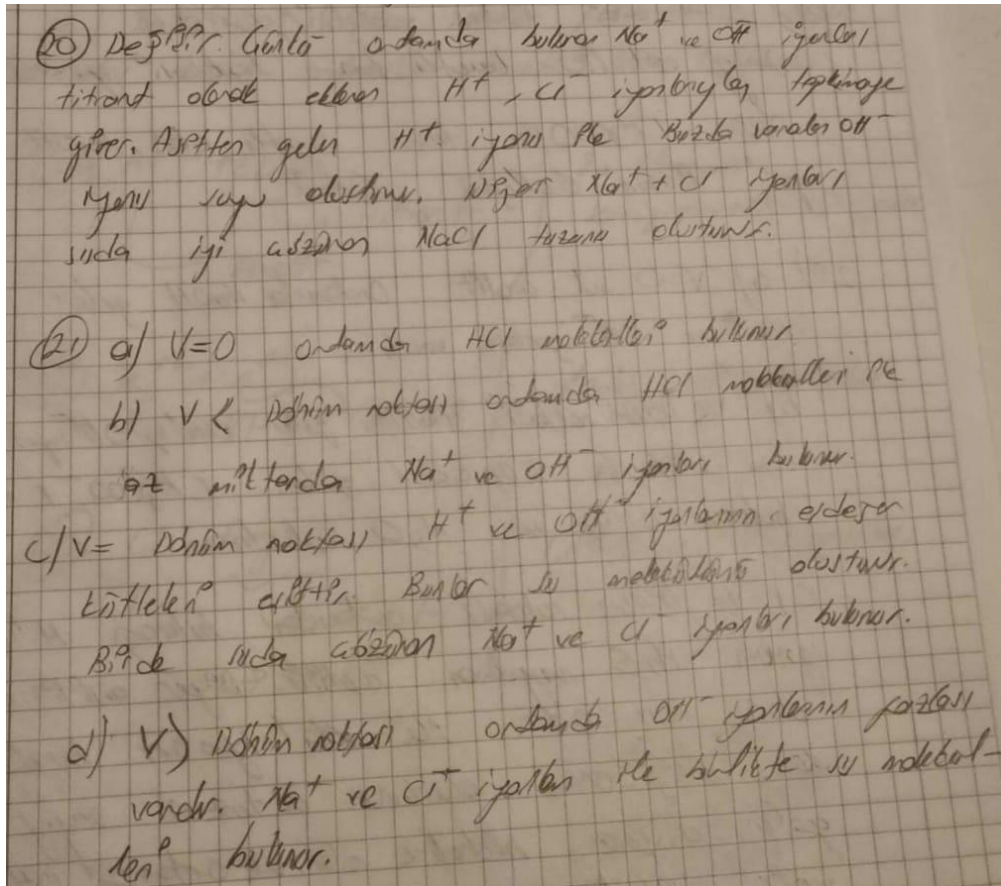
Katılımcı-11: Evet, değişir.

4. Evet, değişir (ortamda bulunan türlerin yanlış belirtildiği yanıtlar), anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-3: Değişir. Hepsi değişmez.

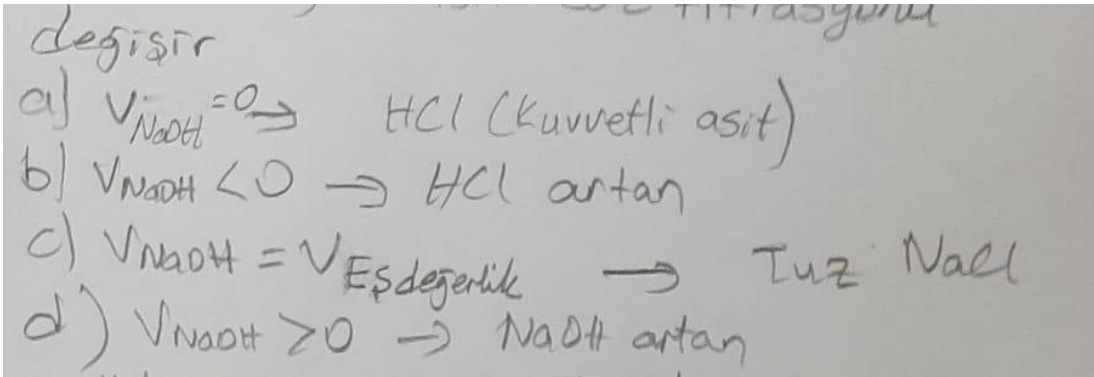
- a) H^+ , Cl^- , H_2O , OH^-
- b) H^+ , Cl^- , H_2O , Na^+ , OH^-
- c) H^+ , Cl^- , H_2O , Na^+ , OH^- / $Na^+ \dots Cl^-$
- d) H^+ , Cl^- , H_2O , Na^+ , OH^- / $Na^+ \dots Cl^-$

Katılımcı-8:



4. Belirsiz ve anlamsız cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-5:



Katılımcı-12: Evet

A) atomik

B) moleküler

C) iyonik

Katılımcı-13: Evet

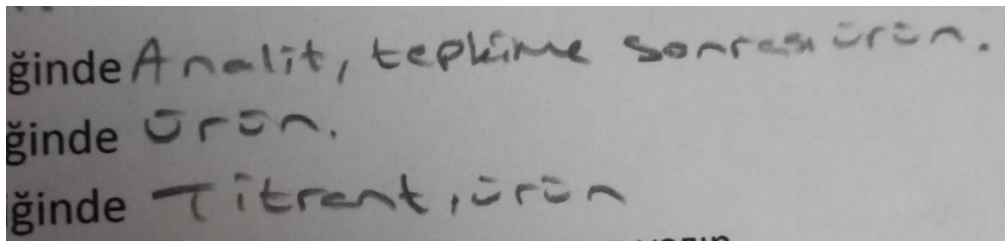
A) Analit

B) analit

C) analit eşittir titrant

D) titrant

Katılımcı-14:



Katılımcı-15: Değişir

A) moleküler

B) atomik

C) iyonik

D) moleküler

5. Cevap yok

Katılımcı-9: Cevap yok.

13. Sorunun Değerlendirilmesi.

On üçüncü olarak katılımcılara “NaOH ’ın HCl ile titrasyonunda dönüm noktası pH’ı yaklaşık ne olur?” sorusu yöneltilmiştir.” Katılımcılardan beklenen cevap “*pH=7, kuvvetli asit kuvvetli baz titrasyonudur. NaOH + HCl → Na⁺Cl⁻ + H₂O tepkimesi gereği asit ve baz dönüm noktasında tam nötralleşirler. Ne Na⁺ ne de Cl⁻ hidroliz olmayacağından ortamın pH’sını sudan gelen H⁺ ve OH⁻ belirleyecektir.*” şeklindedir.

Tablo 28

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 13. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	12	26,66
Karmaşık Anlama	KA	[1]	-	-
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	-	-
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	-	-
Bilimsel Anlama	BA	[4]	33	73,33
		Toplam	45	100

Tablo 28’de zihinsel model belirleme aracının 13. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 13. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 12 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılmaz cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamışlardır. 33 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

13. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde iki kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29

13.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
-------------	--------------	---	---	-------------------

1.pH= 7 civarında	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45	33	73,33	4
2.Cevap yok	6, 9, 10, 11, 22, 28, 29, 30, 33, 36, 41, 42	12	26,66	0
Toplam		45	100	

Tablo 27 incelendiğinde otuz üç katılımcının pH=7 civarında ve on iki katılımcının da soruya cevap vermedikleri belirlenmiştir.

Titration konusuna ait 13. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1. pH=7 civarında ifadesini içeren yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: pH 7 civarında olur.

Katılımcı-3: pH = 7 olur.

Katılımcı-4: Yaklaşık pH 7 olur. Çünkü kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonudur.

Katılımcı-7: NaOH (baz) ve HCl (asit) kuvvetli tür özelliğindedir. Dolayısıyla pH 7 nötr civarındadır. Tesir değeri aynı ikisinin de bir.

22. BU TITRASYONDA DÖNÜM NOKTASI PH'İ YAKLAŞIK KAG OLUR?
NaOH (baz) ve HCl (asit) kuvvetli tür özelliğindedir. Dolayısıyla pH 7 (nötr) civarındadır. (Tesir değeri aynı = 1)

Katılımcı-8: pH yaklaşık olarak 7 'dir.

pH yaklaşık olarak 7 dir.

Katılımcı-12: pH= 7

Katılımcı-13: Dönüm noktası analiti tamamen nötrleştirici noktada pH 7'dir

Katılımcı-14: pH=7

Katılımcı-15: pH = 7.

2. Cevap yok

Katılımcı-6: Cevap yok

Katılımcı-9: Cevap yok

Katılımcı-10: Cevap yok

Katılımcı-11: Cevap yok

14. Sorunun Değerlendirilmesi.

On dördüncü olarak katılımcılara “CH₃COOH’ın NaOH ile titrasyonu ne tür bir titrasyondur?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “*zayıf asit – kuvvetli baz*” şeklindedir.

Tablo 30

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 14. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	9	20
Karmaşık Anlama	KA	[1]	6	13,33
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	-	-
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	6	13,33
Bilimsel Anlama	BA	[4]	24	53,33
		Toplam	45	100

Tablo 30’da zihinsel model belirleme aracının 14. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 14. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 9 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılmaz cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamışlardır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlamıştır. 24 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

14. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde beş kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31

14.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1.Zayıf asit- Kuvvetli baz	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 26, 28, 30, 31, 34, 35, 38, 40, 41, 43, 45	24	53,33	4
2.Asit-baz veya nötralleşme	11, 13, 21, 27, 39, 42,	6	13,33	3
3.Belirsiz ve anlaşılma cevaplar	8, 25, 32	3	6,66	0
4.Farklı cevaplar (Standart titrasyon, çökme)	6, 12, 23, 24, 37, 44	6	13,33	1
5.Cevap yok	10, 14, 18, 29, 33, 36	6	13,33	0
Toplam		45	100	

Tablo 31 incelendiğinde yirmi dört katılımcının zayıf asit- kuvvetli baz, altı katılımcının asit-baz veya nötralleşme, üç katılımcının belirsiz ve anlaşılma cevaplar verdiği, altı katılımcının farklı cevap verdiği ve altı katılımcının soruya cevap vermediği belirlenmiştir.

Titrasyonlar konusuna ait 14. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1.Zayıf asit- Kuvvetli baz, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Zayıf asit-kuvvetli baz titrasyonudur.

Katılımcı-2: Zayıf asit kuvvetli- baz titrasyonu

Zayıf Asit - Kuvvetli Baz Titrasyonu.

Katılımcı-3: Zayıf asit-kuvvetli baz titrasyonudur.

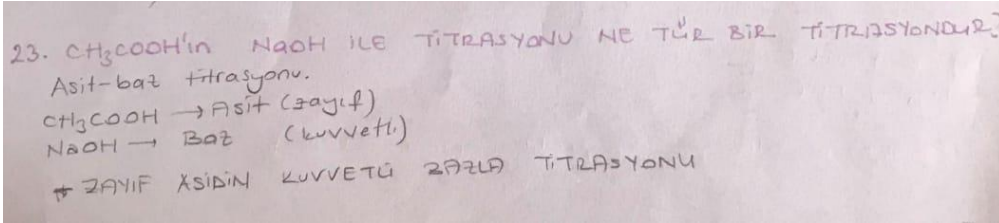
,

Zayıf Asit / Kuvvetli Baz Titrasyonudur.

Katılımcı-4: Asit- baz titrasyonu (zayıf asit- kuvvetli baz titrasyonu)

Katılımcı-5: Kuvvetli baz -zayıf asit titrasyonudur.

Katılımcı-7: Asit- baz titrasyonudur. Asetik asit (CH_3COOH) asit zayıf, NaOH baz kuvvetli Zayıf asidin kuvvetli bazla titrasyonudur.



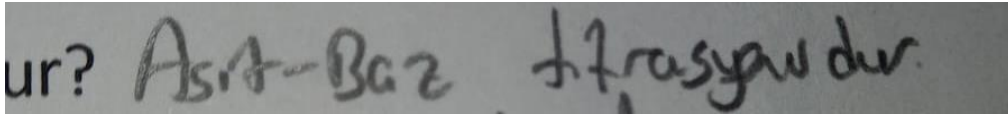
Katılımcı-9: Zayıf asit- kuvvetli baz

Katılımcı-10: Zayıf asit kuvvetli baz

Katılımcı-15: Zayıf asit- kuvvetli baz

2.Asit-baz veya nötralleşme, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

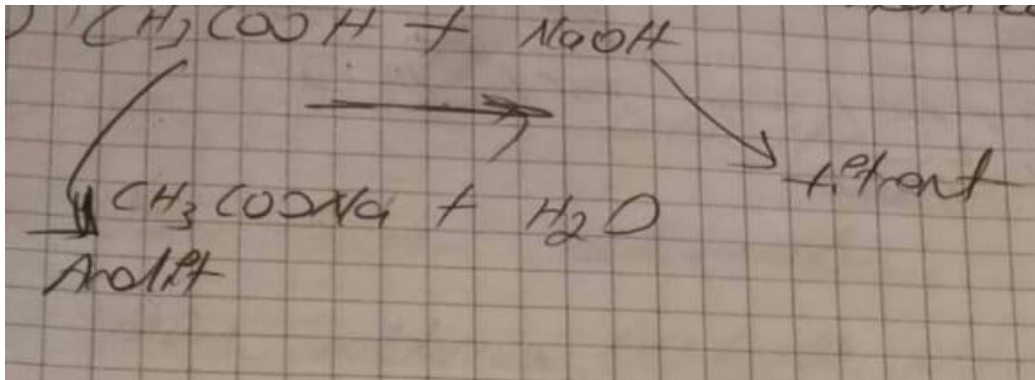
Katılımcı-11: Asit- baz titrasyonudur.



Katılımcı-13: Nötralleşme titrasyonu

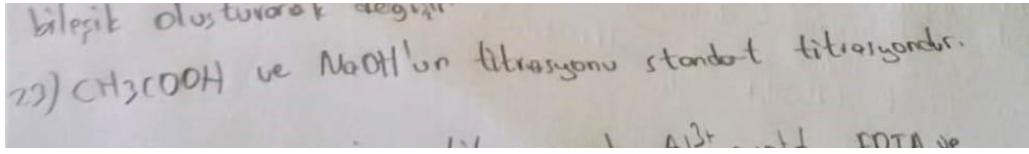
3.Belirsiz ve anlaşılmasız cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-8: Asetik asit (CH_3COOH) analit Sodyum hidroksit (NaOH) titrant



4.Farklı cevaplar (Standart titrasyon, çökme) bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-6: Asetik asit (CH₃COOH) ve NaOH'un titrasyonu standart titrasyondur.



Katılımcı-12: Çökme

5. Cevap yok

Katılımcı-14: Cevap yok

15. Sorunun Değerlendirilmesi.

On beşinci olarak katılımcılara “titrasyon başladığı andan itibaren ortamdaki türler değişir mi?”

- a) $V = 0$ ml analit ilave edildiğinde,
- b) $V <$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde,
- c) $V =$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde,
- d) $V >$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde

Çözeltide bulunan türler (iyonik, moleküler, atomik vd.) nelerdir ayrı ayrı yazın.” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “*evet, değişir.*”

a) $V = 0$ ml analit ilave edildiğinde, Ortamda CH₃COOH'ın sulu çözeltisi vardır. CH₃COOH, CH₃COO⁻, H⁺, sudan gelen H⁺, OH⁻, H₂O

b) $V <$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde, CH₃COOH, CH₃COO⁻, H⁺, OH⁻, H₂O, Na⁺

c) $V =$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde, Ortamda CH₃COONa tuzu oluşur. CH₃COO⁻ hidroliz olarak OH⁻ oluşturur. Sudan gelen H⁺ ve OH⁻ iyonları bulunuyor.

d) $V >$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde Na⁺, CH₃COO⁻, H⁺, OH⁻, H₂O bulunur.” şeklindedir.

Tablo 32

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 15. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	30	66,66

Karmaşık Anlama	KA	[1]	-	-
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	9	20
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	-	-
Bilimsel Anlama	BA	[4]	6	13,33
		Toplam	45	100

Tablo 32’de zihinsel model belirleme aracının 15. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 15. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 30 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılmaz cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamışlardır. 9 katılımcı “bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 6 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

15. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde dört kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 33’te verilmiştir.

Tablo 33

15.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Evet, değişir. Ortamda bulunan türlerin doğru olduğu yanıtlar	2, 4, 16, 20, 24, 28	6	13,33	4
2. Evet, değişir. Ortamda bulunan türlerin yanlış verildiği yanıtlar	3, 7, 8, 17, 21, 27, 31, 35, 41	9	20	2
3. Belirsiz ve anlamsız cevaplar	1, 5, 12, 22, 26, 30, 32, 43, 44	9	20	0
4. Cevap yok	6, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 23, 25, 29, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 45	21	46,66	0
Toplam		45	100	

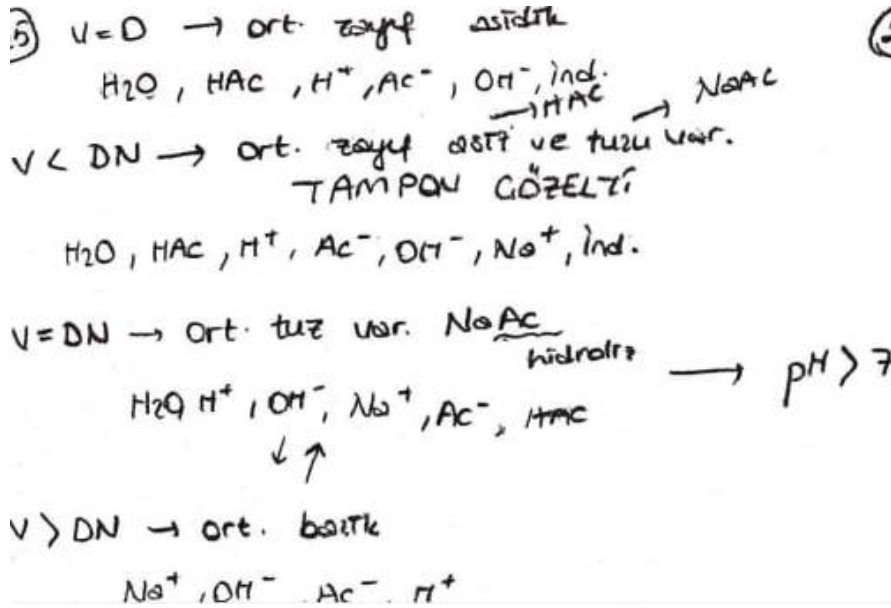
Tablo 33 incelendiğinde altı katılımcının evet, değişir (ortamda bulunan türlerin doğru olduğu yanıtlar), dokuz katılımcının evet, değişir (ortamda bulunan

türlerin yanlış verildiği yanıtlar), dokuz katılımcının belirsiz ve anlamsız cevaplar verdiği ve yirmi bir katılımcının ise soruya cevap vermediği belirlenmiştir.

Titrasyonlar konusuna ait 15. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1.Evet, değişir, ifadesini taşıyan yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-2



Evet değişir. Asetik asit (CH_3COOH) derişimi azalır sodyum asetat tuzu (CH_3COONa) oluşur. Tuzun asetat anyonu (CH_3COO) hidroliz olur.

a) $V=0$ mL analit ilave edildiğinde ortam zayıf asidik

$H_2O, HAc, H^+, Ac^-, OH^-, indikatör$

b) $V < \text{dönüm noktası mL}$ analit ilave edildiğinde ortamda zayıf asit (HAc) ve tuzu ($NaAc$) var.

Tampon Çözelti

$H_2O, HAc, H^+, Ac^-, OH^-, Na^+, İndikatör$

c) $V = \text{dönüm noktası mL}$ analit ilave edildiğinde

Ortamda tuz var. $NaAc$ hidroliz olur.

$pH > 7$

$H_2O, H^+, HAc, Ac^-, Na^+, OH^-$

d) $V >$ dönüm noktası mL analit ilave edildiğinde

Ortam bazik

Na^+ , OH^- , Ac^- , H^+

Katılımcı-4:

a) $V = 0$ ortamda sadece asetik asit (CH_3COOH) su ve indikatör var

b) $V <$ dönüm noktası sodyum asetat (CH_3COONa) su, indikatör, asetik asit (CH_3COOH) var

c) $V =$ dönüm noktası sodyum asetat (CH_3COONa) su ve indikatör var

d) $V >$ dönüm noktası tuz, NaOH , su, indikatör var.

25) a) $V = 0$ Ortamda sadece asetik asit, su ve indikatör var.

b) $V <$ dönüm noktası \rightarrow sodyum asetat, su, indikatör, asetik asit ve

c) $V =$ dönüm noktası \rightarrow sodyum asetat, su ve indikatör var.

d) $V >$ dönüm noktası \rightarrow tuz, NaOH ve su, indikatör var.

2. Evet, değişir. Ortamda bulunan türlerin yanlış verildiği yanıtlar bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-3:

24) Değişir.

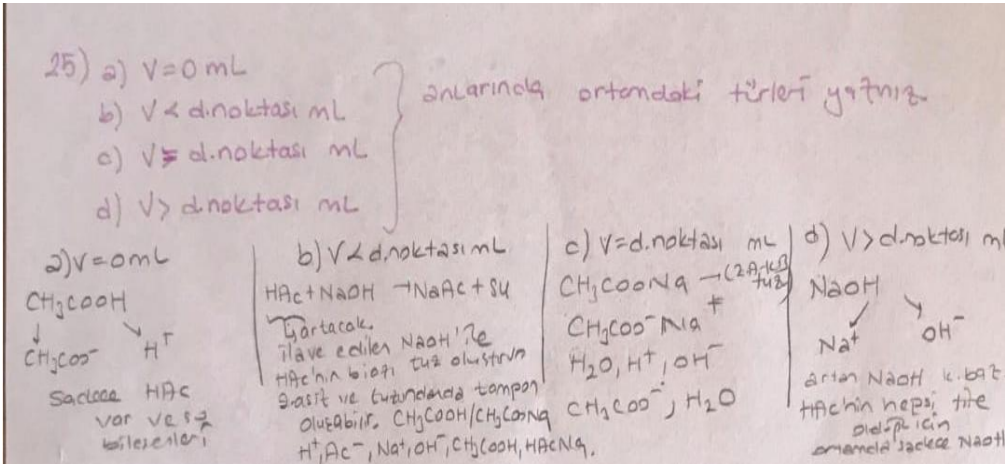
25) a) $\text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$

b) $\text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- + \text{H}^+$

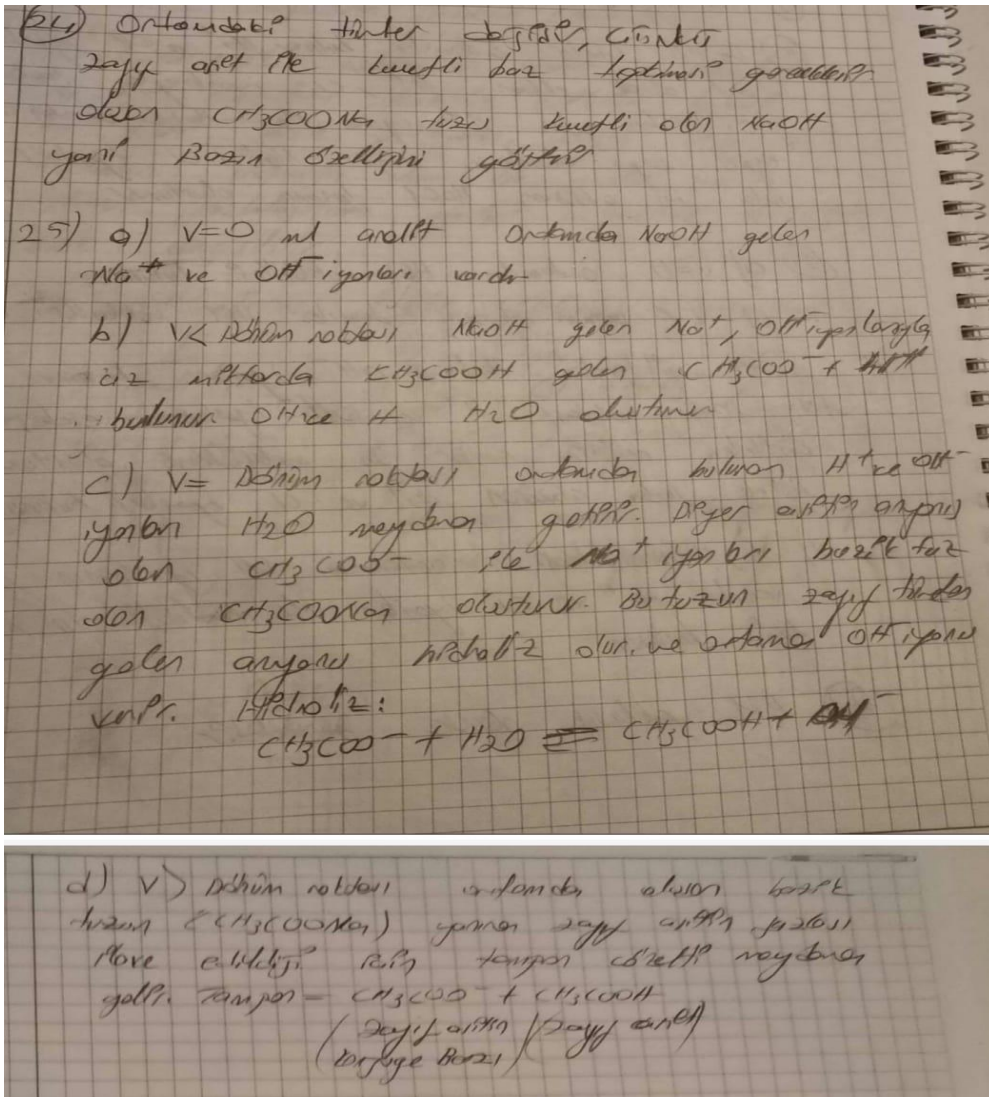
c) $\text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- + \text{H}^+$

d) $\text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- + \text{H}^+$

Katılımcı-7:



Katılımcı-8:



3. Belirsiz ve anlamsız cevaplar, bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: Hayır

a) $V=0$ mL analit ilave edildiğinde
-atomiktir.

b) $V < \text{dönüm noktası}$ mL analit ilave edildiğinde
-iyoniktir.

c) $V = \text{dönüm noktası}$ mL analit ilave edildiğinde
-molekülerdir.

d) $V > \text{dönüm noktası}$ mL analit ilave edildiğinde
-iyoniktir.

Katılımcı-5: Değişir.

a) $V=0$ titrant kalır.

b) $V < 0$ titrant artar.

c) $V = V_{eş}$ Tuz

d) $V > 0$ Analitten artar.

- Değişir.
- a) $V=0 \rightarrow$ titrant kalır
b) $V < 0 \rightarrow$ titrant artar
c) $V = V_{eş} \rightarrow$ Tuz
d) $V > 0 \rightarrow$ Analitten artar.

Katılımcı-12: Değişmez

A) atomik

B) moleküler

C) iyonik

4.Cevap yok

16. Sorunun Değerlendirilmesi.

On altıncı olarak katılımcılara “bu titrasyonda dönüm noktası pH’ı yaklaşık ne olur?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “*ortamda kuvvetli baz bulunduğu için ph 7’den büyük olur*” şeklindedir.

Tablo 34

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 16. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	18	40
Karmaşık Anlama	KA	[1]	6	13,33
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	-	-
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	-	-
Bilimsel Anlama	BA	[4]	21	46,66
		Toplam	45	100

Tablo 34’te zihinsel model belirleme aracının 16. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 16. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 18 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılmaz cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamışlardır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 21 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

16. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde üç kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 35’te verilmiştir.

Tablo 35

16.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. pH>7	2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 17, 21, 23, 26, 27, 29, 30, 31, 34, 36, 39, 41, 43, 45	21	46,66	4

2. pH 7 civarında	1, 13, 18, 32, 38, 40	6	13,33	1
3. Cevap yok	6, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 19, 20, 22, 24, 25, 28, 33, 35, 37, 42, 44	18	40	0
Toplam		45	100	

Tablo 35 incelendiğinde yirmi bir katılımcının pH>7, altı katılımcının pH 7 civarında cevabını verdiği ve on sekiz katılımcının ise soruya cevap vermediği belirlenmiştir.

Titrasyonlar konusuna ait 16. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1.pH>7 cevabını veren katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-2: pH 7'den büyük olduğunda dönüm noktası olur hem hidroliz den gelen OH hem de kuvvetli baz ile titre işlemi sebep olur.

pH > 7 de DN olur. Hem hidrolizden gelen OH⁻ hem de kuvvetli baz ile titre işlemi sebep olur

Katılımcı-3: pH > 7 olur

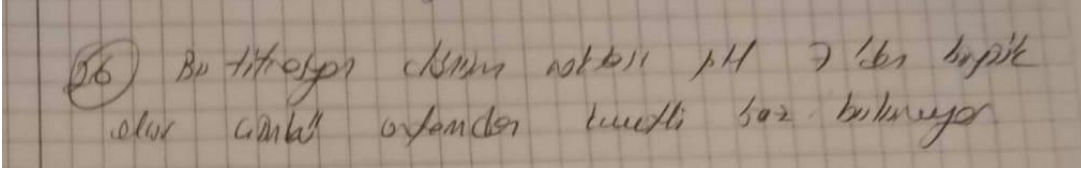
Katılımcı-4: pH 7'den büyük olur

pH 7'den büyük olur.

Katılımcı-7: Kuvvetli zayıf olması ortamda oluşan tuz ve OH⁻ iyonları dolayısıyla 7'den büyük olacaktır. 8-10 aralığında değişen bir değer olabilir, derişime bağlı olarak.

6) BU TITRASYONDA DÖNÜM NOKTASI PH'İ YAKLAŞIK KAÇ OLUR?
Bazın kuvvetli, asidin zayıf olması, ort. oluşan tuz ve OH⁻ iyonları dolayısıyla
7) olacaktır. 8-10 aralığında değişen bir değer olabilir, derişime bağlı olarak.

Katılımcı-8: Titrasyon dönüm noktası pH 7'den büyük olur. Çünkü ortamda kuvvetli baz bulunuyor.

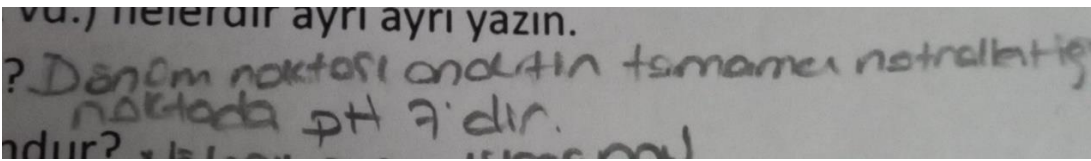


Katılımcı-12: pH 7'den büyüktür.

2. pH 7 civarında cevabını veren katılımcı yanıtları bu grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: 7 olur.

Katılımcı-13: 7 olur.



3.Cevap yok

17. Sorunun Değerlendirilmesi

On yedinci olarak katılımcılara “Al³⁺, EDTA ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “Al³⁺ analit, EDTA titranttır. Kompleksometrik titrasyondur” şeklindedir.

Tablo 36

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 17. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	-	-
Karmaşık Anlama	KA	[1]	-	-
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	6	13,33
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	12	26,66
Bilimsel Anlama	BA	[4]	27	60
		Toplam	45	100

Tablo 36’da zihinsel model belirleme aracının 17. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 17. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre

anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 6 katılımcı “bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 12 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlamıştır. 27 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

17. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde dört kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37

17.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Analit: Al ³⁺ Titrant: EDTA Kompleksometrik titrasyon	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 30, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 42, 43,	27	60	4
2. Analit: Al ³⁺ Titrant: EDTA Titrasyon türü eksik	11, 14, 15, 16, 18, 34, 35, 44, 45	9	20	3
3. Analit: Al ³⁺ Titrant: EDTA (Volumetrik, EDTA yöntemi)	6, 10, 25, 26, 31, 41,	6	13,33	2
4. Kompleksometri Analit ve titrant türü eksik	13, 28, 36	3	6,66	3
Toplam		45	100	

Tablo 37 incelendiğinde yirmi yedi katılımcının analit: Al³⁺ titrant: EDTA, dokuz katılımcının analit: Al³⁺ titrant: EDTA titrasyon türü eksik, altı katılımcının analit: Al³⁺ titrant: EDTA (Volumetrik, EDTA yöntemi), üç katılımcının ise kompleksometri analit ve titrant türü eksik cevabını verdiği belirlenmiştir.

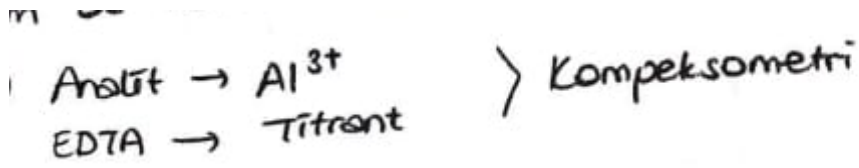
Titrasyonlar konusuna ait 17. soruya verilen örnek katılımcı cevapları

1.Analit: Al³⁺, Titrant: EDTA Kompleksometrik titrasyon, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: -EDTA titrant, Al³⁺ analittir.

-Kompleksometrik titrasyondur.

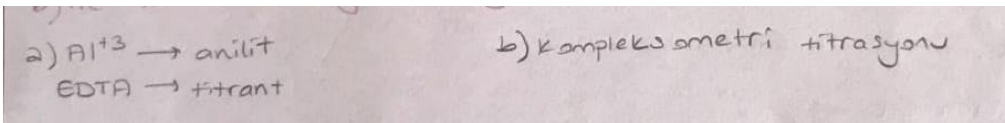
Katılımcı-2: Alüminyum iyonu analit, EDTA titrant, Kompleksometri



Katılımcı-3: Analit alüminyum iyonu, Titrant EDTA. Bu kompleksleşme titrasyonudur

Katılımcı-5: Alüminyum iyonu analit, EDTA titrant, Kompleksometrik titrasyon

Katılımcı-7: Alüminyum analit, EDTA titrant, Kompleksometri titrasyonu



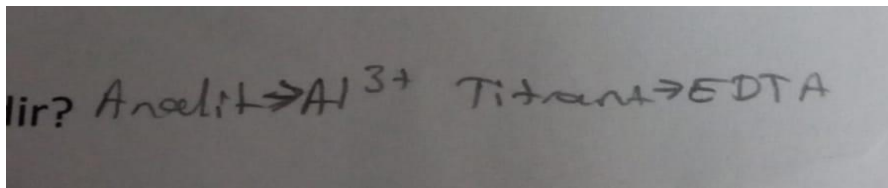
Katılımcı-8: Alüminyum analit, EDTA titrant. Bu titrasyon kompleksometrik titrasyondur.

2. Analit: Al^{3+} , Titrant: EDTA, Titrasyon türü eksik, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-11: EDTA titrant, alüminyum iyonu analittir.

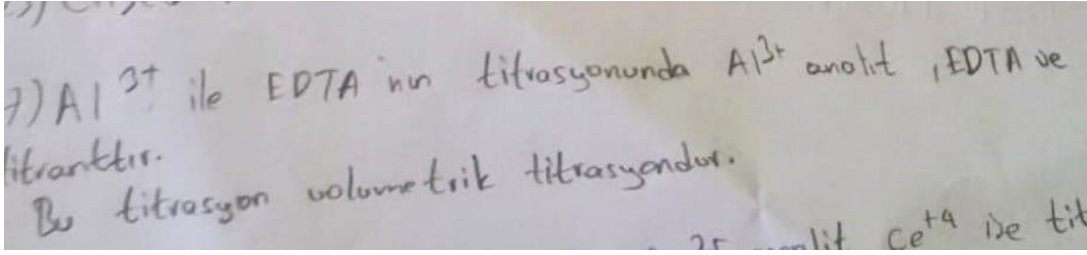
Katılımcı-14: Alüminyum iyonu analit, EDTA titrant.

Katılımcı-15: Analit alüminyum iyonu, titrant EDTA



3. Analit: Al^{3+} , Titrant: EDTA (Volumetrik, EDTA yöntemi), anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-6: Alüminyum iyonu analit, EDTA titranttır. Bu titrasyon EDTA yöntemi ile uygulanan titrasyondur.



Katılımcı-10: Alüminyum iyonu ile EDTA'nın titrasyonunda alüminyum analit, EDTA titranttır. Bu titrasyon volumetrik titrasyondur.

4. Kompleksometri, Analit ve titrant türü eksik, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-13: Kompleks oluşumu titrasyonu

18. Sorunun Değerlendirilmesi

On sekizinci olarak katılımcılara “Fe²⁺, Ce⁴⁺ ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “Fe²⁺ analit, Ce⁴⁺ titranttır. Redoks (yükseltgenme-indirgenme) titrasyonudur” şeklindedir.

Tablo 38

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 18. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	3	6,66
Karmaşık Anlama	KA	[1]	3	6,66
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	9	20
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	6	13,33
Bilimsel Anlama	BA	[4]	24	53,33
		Toplam	45	100

Tablo 38’de zihinsel model belirleme aracının 18. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Ölçme aracının 18. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 3 katılımcı “boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılabilir cevaplar” vererek soruyu 0 düzeyinde yanıtlamıştır. 3

katılımcı “bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap” vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 9 katılımcı “bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar” vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 6 katılımcı “bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap” vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlamıştır. 24 katılımcı “bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar” vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

18. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde altı kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39

18.Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Titrant: Fe ²⁺ Analit: Ce ⁴⁺ Redoks (Yükseltgenme-İndirgenme)	1, 26, 30	3	6,66	2
2. Titrant: Ce ⁴⁺ Analit: Fe ²⁺ Redoks (Yükseltgenme-İndirgenme)	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9,13, 19, 20, 21, 24, 27, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 39, 41, 42, 44, 45	24	53,33	4
3. Titrant: Ce ⁴⁺ Analit: Fe ²⁺ Titrasyon türü eksik	11, 15, 17, 22, 38, 40, 43	6	13,33	3
4. Titrant: Ce ⁴⁺ Analit: Fe ²⁺ Titrasyon türü yanlış	6, 10, 18, 23, 32	6	13,33	2
5. Farklı Cevaplar	12, 16, 36	3	6,66	1
6. Cevap yok	14, 25, 37	3	6,66	0
Toplam		45	100	

Tablo 39 incelendiğinde üç katılımcının Titrant: Fe²⁺ Analit: Ce⁴⁺ Redoks (Yükseltgenme-İndirgenme), yirmi dört katılımcının Titrant: Ce⁴⁺ Analit: Fe²⁺ Redoks (Yükseltgenme-İndirgenme), altı katılımcının Titrant: Ce⁴⁺ Analit: Fe²⁺ Titrasyon türü eksik, altı katılımcının Titrant: Ce⁴⁺ Analit: Fe²⁺ Titrasyon türü yanlış, üç katılımcının farklı cevap verdiği ve üç katılımcının da soruya cevap vermediği belirlenmiştir.

Titrasyonlar konusuna ait 18. soruya verilen örnek katılımcı cevapları:

1. Titrant: Fe^{2+} Analit: Ce^{4+} Redoks (Yükseltgenme-İndirgenme), anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-1: $-Fe^{2+}$ titrant, Ce^{4+} analittir.

-Redoks titrasyonudur

2. Titrant: Ce^{4+} , Analit: Fe^{2+} Redoks (Yükseltgenme-İndirgenme), anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-2: Analit- Fe^{2+}

Titrant- Ce^{4+}

Redoks titrasyonu

Analit $\rightarrow Fe^{2+}$
Titrant $\rightarrow Ce^{4+}$ } Redoks. Titrasyon

Katılımcı-3: Analit $-Fe^{2+}$

Titrant- Ce^{4+}

İndirgenme yükseltgenme titrasyonudur.

Katılımcı-5: Fe^{2+} -analit

Ce^{4+} - titrant

Redoks titrasyonu

Katılımcı-7: Fe^{2+} -analit

Ce^{4+} - titrant

Redoks (indirgenme-yükseltgenme) titrasyonudur.

b) ne tür bir titrasyondur.
a) $Fe^{2+} \rightarrow$ analit
 $Ce^{4+} \rightarrow$ titrant
b) Redoks (ind-yüks.) titrasyondur.

Katılımcı-8: Fe^{2+} -analit

Ce^{4+} - titrant

Redoks titrasyonudur.

Katılımcı-13: Analit Fe^{2+} , titrant Ce^{4+}

İndirgenme-yükseltgenme titrasyonudur.

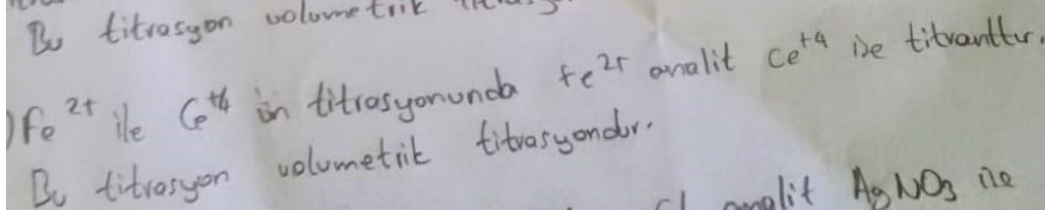
3. Titrant: Ce^{4+} , Analit: Fe^{2+} Titrasyon türü eksik, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-11: Ce^{4+} titrant, Fe^{2+} analittir

Katılımcı-15: Analit Fe^{2+} , titrant Ce^{4+} iyonu

4. Titrant: Ce^{4+} Analit: Fe^{2+} Titrasyon türü yanlış, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır.

Katılımcı-6: Fe^{2+} ile Ce^{4+} titrasyonunda Fe^{2+} analit, Ce^{4+} ise titranttır. Bu titrasyon volumetrik titrasyondur.



Katılımcı-10: Ce^{4+} analit, Fe^{2+} titranttır. Bu titrasyon Fe^{2+} yöntemi ile uygulanan titrasyondur.

5. Farklı cevaplar bu alt grupta toplanmıştır.

Katılımcı-12: Yer değiştirme titrasyonu

19. Sorunun Değerlendirilmesi.

On dokuzuncu olarak katılımcılara " Cl^- $AgNO_3$ ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur?" sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap " Cl^- analit, $AgNO_3$ titranttır. Çöktürme titrasyonudur." şeklindedir.

Tablo 40

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 19. Sorusuna Ait Anlama Seviyeleri

Öğrenme Durumu	Kod	Seviye	f	%
Anlama Yok	AY	[0]	-	-
Karmaşık Anlama	KA	[1]	3	6,66
Tamamlanmamış Anlama	TA	[2]	6	13,33
Kısmen Bilimsel Anlama	KBA	[3]	9	20
Bilimsel Anlama	BA	[4]	27	60
		Toplam	45	100

Tablo 40'ta zihinsel model belirleme aracının 19. sorusuna ait nicel analiz bulguları yer almaktadır. Testin 19. sorusu 45 katılımcı tarafından yanıtlanmıştır. Yanıtlar değerlendirilerek alt gruplara ayrılmış ve yanıtlara göre anlama seviyeleri oluşturulmuştur. 3 katılımcı "bilimsel bilgilerle uyuşmayan, alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan bilgi içeren cevap" vererek soruyu 1 anlama seviyesinde yanıtlamıştır. 6 katılımcı "bilimsel bilgilere paralel ancak yanlış bilgiler içeren, temel düzeyde bilgi veya alternatif kavram ile bilgi içeren cevaplar" vererek 2 düzeyinde yanıtlamışlardır. 9 katılımcı "bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevap" vererek soruyu 3 düzeyinde yanıtlamıştır. 27 katılımcı "bilimsel düzeyde bilgi içeren cevaplar" vererek soruyu 4 düzeyinde yanıtlamışlardır.

19. soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından yapılan incelemeleri neticesinde dört kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu kategoriler ve anlama düzeyleri ile ilişkileri tablo 41'de verilmiştir.

Titrationlar konusuna ait 19. soruya verilen örnek katılımcı cevapları:

Tablo 41

19. Soruya Ait Cevapların Alt Grupları

Kategoriler	Katılımcılar	f	%	Anlama Seviyeleri
1. Analit: Cl ⁻ Titrant: AgNO ₃ Titration türü eksik	10, 11, 15, 17, 19, 32, 35, 38, 43	9	20	3
2. Analit: Cl ⁻ Titrant: AgNO ₃ Çöktürme titrationu	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 33, 36, 37, 39, 40, 42, 44, 45	27	60	4
3. Analit: Cl ⁻ Titrant: AgNO ₃	6, 13, 29, 31, 34, 41	6	13,33	2

Titrasyon türü yanlış				
4. Analit ve titrant türü yanlış	14, 26, 30	3	6,66	1
Titrasyon türü yanlış				
Toplam		45	100	

Tablo 39 incelendiğinde dokuz katılımcının analit: Cl^- titrant: AgNO_3 titrasyon türü eksik, yirmi yedi katılımcının analit: Cl^- titrant: AgNO_3 çöktürme titrasyonu, altı katılımcının analit: Cl^- titrant: AgNO_3 titrasyon türü yanlış ve üç katılımcının analit ve titrant türü yanlış titrasyon türü yanlış cevabını verdiği belirlenmiştir.

1. Analit: Cl^- , Titrant: AgNO_3 , Titrasyon türü eksik, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

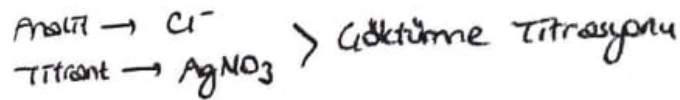
Katılımcı-10: Cl^- analit, AgNO_3 titranttır.

Katılımcı-11: AgNO_3 titrant, Cl^- analittir.

Katılımcı-15: Analit Cl^- , AgNO_3 titrant

2. Analit: Cl^- Titrant: AgNO_3 , Çöktürme titrasyonu, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-3: Analit Cl^- , Titrant AgNO_3 , Çöktürme titrasyonudur.



Katılımcı-4: Analit-Cl, Titrant-AgNO₃, Çöktürme titrasyonu

Analit → Cl⁻
 Titrant → AgNO₃
 Çöktürme titrasyonu

Katılımcı-5: analit, AgNO₃ titrant, Çöktürme titrasyonları

Katılımcı-7: Cl analit, AgNO₃ titrant, Çöktürme titrasyonu örneğidir (Mohr metodu).

a) Cl → analit
 AgNO₃ → titrant
 b) çöktürme titrasyonu örneğidir. (Mohr metodu)

Katılımcı-8: Cl analit, AgNO₃ titrant, Çöktürme titrasyonudur

Katılımcı-12: AgNO₃ titrant, Cl analit, Çökme

3. Analit: Cl, Titrant: AgNO₃, Titrasyon türü yanlış, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-6: Cl ve AgNO₃ titrasyonunda Cl analit, AgNO₃ ise titranttır. Bu titrasyon volumetrik titrasyondur.

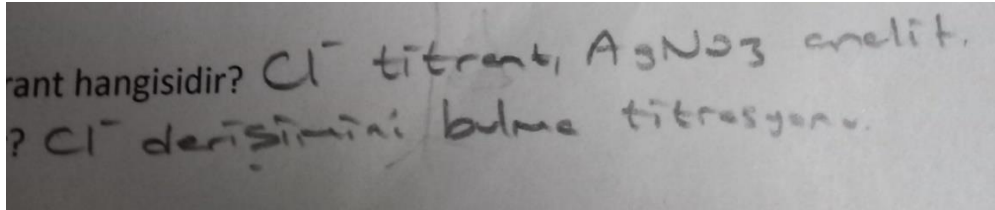
Bu titrasyon volumetrik titrasyondur.
 a) Cl⁻ ve AgNO₃ titrasyonunda Cl analit AgNO₃ ise titranttır.
 Bu titrasyon volumetrik titrasyondur.

Katılımcı-13: Cl analit, AgNO₃ titrant İndirgenme yükseltgenme

4. Analit ve titrant türü yanlış, titrasyon türü yanlış, anlamına gelen katılımcı yanıtları bu alt grupta toplanmıştır. Bu alt gruba giren katılımcı yanıtları şu şekildedir;

Katılımcı-14: Cl⁻ titrant, AgNO₃ analit

Cl⁻ derişimini bulma titrasyonu



Öğrencilerin Titrasyonlar ile İlgili Sahip Oldukları Zihinsel Modellere

Yönelik Bulgular.

Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar sonucunda titrasyonlar ile ilgili sahip oldukları zihinsel modeller Tablo 42'de özetlenmiştir.

Tablo 42 Öğrencilerin Uygulama Süreci İçerisinde Titrasyonlar ile İlgili Sahip Oldukları Zihinsel Modeller

Tablo 42

Katılımcıların titrasyonlar konusuna ait zihinsel modellerinin sınıflandırılması ve tipleri

Zihinsel Model Türü	Zihinsel Model Tipi	f	%
Bilimsel Model	Tam Bilimsel Model	22	48,88
	Kısmi Bilimsel Model	4	8,88
Sentez/Hibrit Model	Geçiş Modeli	16	35,55
İlkel Model	Temel Model	3	6,66

Tablo 42' de öğrencilerin zihinsel modelleri incelendiğinde, katılımcıların %48,88'inin tam bilimsel modele, %8,88'inin kısmi bilimsel modele, %35,55'inin geçiş modeline ve %6,66'sının temel modele sahip olduğu görülmektedir.

Bu tez araştırmada, kimya ğretmen adaylarının titrasyon ve titrasyonlar ile ilgili kavramlara yönelik sahip oldukları zihinsel modellerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular, kuramsal ereve ve alanyazında yer alan çalışmaların sonuçları bu bölümde tartışılmıştır.

Araştırmada katılımcıların cevaplamaları için yöneltelen sorular 4 alt grupta toplanmıştır.

1.Titrasyonlarda kullanılan genel kavramlarla ilgili sorular. Bu alanda katılımcılara dört soru yöneltilmiştir.

* Titrasyon nedir? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “*analit ile tamamen reaksiyona girmesi için gerekli, bilinen derişimdeki reaktifin miktarını tayin etmeye dayanan bir grup analitik yöntemi kapsar. Reaktif, derişimi bilinen bir zelti olabileceği gibi, miktarı bilinen standart bir elektrik akımı da olabilir*” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan yola çıkarak oluşturulan kodlar incelendiğinde yanıtaların dağılımının “analitin konsantrasyonun, miktarının ve analitin nicel tayini” kategorisinde %53,33, “zeltinin hacmini belirleme işlemi” kategorisinde %13,33, “bilimsel olmayan cevaplar kategorisinde %20 ve %13,33’ünün “belirsiz ve anlamsız cevaplar” kategorisinde olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modelleri belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %13,33’ünün AY seviyesinde, %13,33’ünün TA seviyesinde, %20’sinin KA seviyesinde ve %53,33’ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kavramsal düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak katılımcıların yarısından fazlasının BA seviyesinde olması, katılımcıların titrasyonun tanımına dair bilimsel düzeyde bilgiye sahip olduğunu göstermektedir. rnek katılımcı yanıtaları incelendiğinde katılımcılardan gelen “znrlğ belirli bir zelti ile bilinmeyen zeltinin konsantrasyonu tayin etme yöntemidir” cevabı katılımcıda derişim ve znrlk arasında bir kavram yanılığı olduğunu göstermektedir. “Analitin nicel tayinini belirlemeye yarayan tekniktir” gibi çok genel ifadelerin ve “titrasyon bir maddeyi analit ile karıştırarak rengini değiştirmek”,

“analit ve titrantın indikatör kullanılarak değiştiği bir yöntemdir” şeklinde hiçbir şekilde bilimsel niteliği olmayan ifadelerin kullanıldığı da görülmektedir.

* Eşdeğerlik noktası nedir? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap *“bir titrasyonda eklenen standart reaktif miktarının analit miktarına kimyasal olarak eşit olduğu noktadır”* şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “analit ve titrantın kimyasal olarak eşit olduğu nokta” kategorisinde %53,33, “analit ile titrantın hacminin eşitlenmesi” kategorisinde %13,33, “analitin titrant ile tepkime verebildiği son nokta” kategorisinde %20 ve “farklı cevaplar” kategorisinde %13,33 oranında olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %20’sinin KA seviyesinde, %26,66’sının TA seviyesinde ve %53,33’ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kavramsal düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak katılımcıların yarısından fazlasının BA seviyesinde olması, katılımcıların titrasyonun tanımına dair bilimsel düzeyde bilgiye sahip olduğunu göstermektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde katılımcıların %20’sinin eşdeğerlik noktasından sonra analit ile titrantın tepkimeye giremeyeceği yanılgısı olduğu görülmektedir. Katılımcı yanıtları incelendiğinde “eklenen reaktif miktarı ile analit miktarının eşit olmasıdır”, “eşdeğerlik noktası maddenin titre edilmesi için gereken en son noktadır”, “analizi yapılan maddenin renginin değiştiği an”, “titrant ile analit madde kütlelerinin eşit olduğu ana denir”, “eşdeğerlik noktası maddenin değişim gösterdiği, aldığı mililitre pH’ın 7 olduğu noktadır”, “analit ve titrantın hacimsel olarak aynı olduğu noktadır”, “analit” ve titrantın eşit olduğu nokta” gibi bilimsellikten uzak tanımlamaların olduğu görülmektedir. Ancak burada dikkat çeken katılımcıların eşitlikle ilgili zihinlerinde bir yapılanma olduğudur.

* Dönüm noktası nedir? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap *“bir titrasyonda kimyasal eşdeğerlik noktasında fiziksel bir değişimin gözlemlendiği noktadır”* şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “eşdeğerlik noktasında fiziksel değişim göstergesi” kategorisinde %33,33, “renk değişiminin gözlemlendiği an” kategorisinde %40, “çözeltide değişimin gözlemlendiği nokta” kategorisinde %13,33, “titrantın indikatörle tepkime verdiği nokta” kategorisinde %6,66, “belirsiz ve anlamsız cevaplar” kategorisinde %6,66 oranında olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel

modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %6,66'sının AY seviyesinde, %13,33'ünün TA seviyesinde, %46,66'sının KBA seviyesinde ve %33,33'ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kavramsal düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak katılımcıların büyük bir kısmının KBA seviyesinde yoğunlaştığı görülmektedir. KBA seviyesinde olan katılımcılar soru ile ilgili bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikte eksik, alternatif kavram içermeyen, kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren cevaplar vermişlerdir. Bir önceki soruda katılımcıların eşdeğerlik noktası ile ilgili BA seviyesinde yoğunlaşması fakat dönüm noktası ile ilgili KBA seviyesinde yoğunlaşması dikkat çekmektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde katılımcıların %40'ının dönüm noktasını “renk değişimi gözlenen an” olarak tanımlaması fakat eşdeğerlik noktasında meydana gelen fiziksel değişimden bahsetmemesi eksik bilgiler oluştuğunu göstermektedir.

* Dönüm noktası ile eşdeğerlik noktası arasında fark var mıdır? Varsa yazın. Yoksa neden olmadığını açıklayın. Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap *“teorik olarak fark olmaması ve iki noktanın birbiri ile aynı olması gerekir. Dönüm noktasında fiziksel bir değişim görülür. Eşdeğerlik noktası standart reaktif ile analit miktarının eşit olduğu noktadır”* şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “eşdeğerlik noktasında eşdeğer gram, sayıları eşitken dönüm noktasında fiziksel değişim gözlenir” kategorisinde %33,33, “eşdeğerlik noktası analit ve titrantın miktarının eşit olduğu noktadır. Dönüm noktasında titranttan daha fazla vardır” kategorisinde %13,33, “bilimsel olmayan cevaplar kategorisinde” %33,33, “boş bırakılan, belirsiz ve anlamsız cevaplar” kategorisinde %20 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %20'sinin AY seviyesinde, %33,33'ünün KA seviyesinde, %13,33'ünün TA seviyesinde, %33,33'ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İlişkisel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak katılımcıların KA ve BA seviyelerinde eşit olarak dağıldığı görülmektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde, katılımcıların bir kısmında eşdeğerlik noktası ile dönüm noktasının teorik olarak birbirinden farklı olduğu yanılığının bulunduğu görülmektedir.

2. Titrasyonda kullanılan çözeltilerle ilgili genel kavramlarla ilgili sorular. Bu alanda katılımcılara dört soru yöneltilmiştir.

* Standart çözelti nedir? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap *“titrimetrik analizde kullanılan ve derişimi tam olarak bilinen bir reaktiftir”* şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “derişimi bilinen çözelti” kategorisinde %40, “molaritesi bilinen çözelti” kategorisinde %13,33, “bilimsel olmayan cevaplar” kategorisinde %40 ve “cevap yok” kategorisinde %6,66 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %6,66’sının AY seviyesinde, %40’ının KA seviyesinde, %13,33’ünün KBA seviyesinde, %40’ının BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kavramsal düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların KA ve BA seviyesinde eşit olarak dağıldığı görülmektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde “direkt olarak kabından alıp kullanabildiğimiz çözeltilerdir”, “belirli bir hacim ve miktar da gerçekleşen çözelti”, “istenilen özelliklere sahip ve sadece istenilen maddeyi içeren bir çözeltidir” gibi yanıtlar katılımcıların bir kısmında standart çözelti kavramı ile ilgili kavram yanılgısı olduğunu göstermektedir.

* Titrant nedir? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap *“derişimi bilinen çözeltidir”* şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “derişim bulunmasını sağlayan madde” kategorisinde %6,66, “derişimi bilinen çözelti” kategorisinde %40, “bürette bulunan çözelti” kategorisinde %13,33, “analitin üzerine eklenen madde, titre eden madde” kategorisinde %20, “bilimsel olmayan cevaplar” kategorisinde %13,33, “cevap yok” kategorisinde %6,66 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %6,66’sının AY seviyesinde, %13,33’ünün KA seviyesinde, %13,33’ünün TA seviyesinde, %6,66’sının KBA seviyesinde ve %40’ının BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kavramsal düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %40 ile BA seviyesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde “analit çözeltilisine ilave edilen çözünürlüğü bilinen madde” yanıtı katılımcıda çözünürlük ile derişim kavramları ile ilgili kavram yanılgısına sahip

olduğunu göstermektedir. Bu soruda katılımcıların verdikleri cevaplar ve kodlar incelendiğinde öğrencilerin bir kısmının “büret içine konulan çözelti” cevabını verdikleri görülmüştür. Bu cevap bilimsel bilgilerle uyumlu değildir, öğrencilerin bürette olan çözeltinin derişimi ile ilgili bir ifade kullanmamaları dikkat çekmiştir.

* Analit nedir? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “*bir numunedeki tayin edilecek bileşenlerin ortak adıdır*” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “analiz edilen madde” kategorisinde %53,33, “derişimi ve hacmi bilinmeyen madde” kategorisinde %6,66, “titrant ile tepkime veren madde” kategorisinde %6,66, “derişimi bilinmeyen madde” kategorisinde %13,33, “çözünürlüğü titrant ile belirlenen madde” kategorisinde %6,66, “belirsiz ve anlamsız cevaplar” kategorisinde %13,33 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %13,33’ünün AY seviyesinde, %6,66’sının KA seviyesinde, %13,33’ünün TA seviyesinde, %13,33’ünün KBA seviyesinde ve %53,33’ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kavramsal düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların yarısından fazlasının BA seviyesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde katılımcıların bir kısmının analitin hem derişim hem de hacminin bilinmediğini belirtmesi analit kavramı ile ilgili bilimsel bilgiye paralel ancak yanlış bilgilere sahip olduğunu göstermektedir. Katılımcıların büyük kısmı analitin tanımını “analizi yapılacak madde” olarak ifade etmişlerdir. Ancak bir öğrencinin “titrant ile çözünürlüğü belirlenen madde” şeklindeki cevabı öğrencinin derişim ve çözünürlük ifadelerini karıştırarak bilimsel anlamda yanlış öğeler içeren bir model oluşturduğunu göstermektedir.

* İndikatör nedir? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “*dönüm noktasında (eşdeğerlik noktası) fiziksel bir derişim gösteren maddelerdir*” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “eşdeğerlik noktasında renk derişimi gösteren madde” kategorisinde %40, “fiziksel derişim gözlenmesini sağlayan madde” kategorisinde %6,66, “maddelerin varlığını incelemek için kullanılan boyar madde” kategorisinde %6,66, “titrant ile tepkimeye giren madde” kategorisinde %20, “farklı cevaplar” kategorisinde %20 ve “cevap yok” kategorisinde %6,66

olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %6,66'sının AY seviyesinde, %20'sinin KA seviyesinde, %26,66'sının TA seviyesinde, %6,66'sının KBA seviyesinde ve %40'ının BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kavramsal düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %40'ının indikatör kavramı ile ilgili bilimsel bilgiye sahip olduğunu göstermektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde “tepkime hızına etki eden tepkimeyi hızlandıran ve yavaşlatan ya da tepkimeye etki etmeyen maddedir” yanıtı katılımcıda indikatör kavramı ile katalizör kavramlarını karıştırarak bilimsel olarak zihninde yanlış bir şekilde kodladığı gözlenmiştir. “Titrant ile tepkimeye giren madde” kategorisinde bulunan yanıtlar ise katılımcıların indikatörün yalnızca titrant ile tepkime verdiği, analit ile tepkime vermediği yanılgısının oluştuğunu göstermektedir.

3. Titrasyon türleri ilgili sorular. Bu alanda katılımcılara beş soru yöneltilmiştir.

* Ne tür titrasyonlar tanıyorsunuz. Bildiğiniz tüm titrasyonları yazıp örnek verin

Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “nötralleşme, redoks, indirgenme yükseltgenme, çöktürme, kompleks oluşum titrasyonları ve bunlara ait her bir katılımcının yazacağı örnekler” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “titrasyon türleri ve örneklerin doğru olduğu cevaplar” kategorisinde %20, “titrasyon türü eksik veya örnek belirtilmeyen cevaplar” kategorisinde %53,33, “farklı cevaplar” kategorisinde %13,33 ve “cevap yok” kategorisinde %13,33 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %13,33'ünün AY seviyesinde, %13,33'ünün KA seviyesinde, %53,33'ünün KBA seviyesinde ve %20'sinin BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kavramsal düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların yarısından fazlasının KBA seviyesinde olduğu görülmektedir. KBA seviyesinde meydana gelen bu yoğunluğun katılımcıların titrasyon türünde veya örneklerde meydana gelen eksiklikten kaynaklandığı belirlenmiştir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde bir katılımcının “Mohr yöntemi, Volhard, EDTA ile titrasyon” cevabı

öğrencinin çöktürme titrasyonlarının kategorilerini ve kompleks oluşum titrasyonu örneğini söyleyebildiği ancak beklenen cevabı veremediği gözlenmiştir. “Volumetrik titrasyon, standart titrasyon” gibi beklenen yanıtların dışında cevaplar verildiği de görülmektedir.

* NaOH'ın HCl ile titrasyonu ne tür bir titrasyondur? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap *“kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonudur”* şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “kuvvetli asit-kuvvetli baz titrasyonu” kategorisinde %20, “asit-baz veya nötralleşme” kategorisinde %53,33, “zayıf baz-kuvvetli asit” kategorisinde %6,66 ve “farklı cevaplar” kategorisinde %20 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %33,33'ünün KA seviyesinde, %53,33'ünün KBA seviyesinde ve %13,33'ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İlişkisel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların yarısından fazlasının KBA seviyesinde olduğu görülmektedir. KBA seviyesinde meydana gelen bu yoğunluğun nedeninin katılımcıların ortamda bulunan türlerin kuvvetli olduğunu belirtmeyip yalnızca asit baz veya nötralleşme titrasyonu olarak cevaplamalarından kaynaklandığı görülmektedir. Bu durum da katılımcılarda bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik, alternatif kavram içermeyen kabul edilebilir düzeyde bilgi içeren kavramlar bulunduğunu göstermektedir.

* Al^{3+} , EDTA ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap *“EDTA titrant, Al^{3+} analittir. Kompleksometrik titrasyondur”* şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “analit: Al^{3+} , titrant: EDTA, kompleksometrik titrasyon” kategorisinde %60, “analit: Al^{3+} , titrant: EDTA, titrasyon türü eksik” kategorisinde %20, “analit: Al^{3+} , titrant: EDTA, volumetrik veya EDTA yöntemi” kategorisinde %13,33, “kompleksometri, analit ve titrant türü eksik” kategorisinde %6,66 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %13,33'ünün TA seviyesinde, %26,66'sının KBA seviyesinde ve %60'ının BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İlişkisel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri

incelendiğinde katılımcıların yüksek oranda BA seviyesinde olduğu görülmektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde titrasyon türü için “EDTA yöntemi” gibi bilimsel bilgiden ve beklenen yanıtta uzak cevaplar verildiği görülmektedir. Bir katılımcının titrasyon türüne verdiği “volumetrik titrasyon” yanıtı çok genel bir cevap olması nedeniyle beklenen cevap değildir.

* Fe^{2+} , Ce^{4+} ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “ Ce^{4+} titrant, Fe^{2+} analittir. Redoks (yükseltgenme-indirgenme) titrasyonudur” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “titrant: Fe^{2+} , analit: Ce^{4+} , redoks (yükseltgenme-İndirgenme)” kategorisinde %6,66, “titrant: Ce^{4+} , analit: Fe^{2+} , redoks(yükseltgenme-indirgenme) kategorisinde %53,33, “titrant: Ce^{4+} , analit: Fe^{2+} , titrasyon türü eksik” kategorisinde %13,33, “titrant: Ce^{4+} , analit: Fe^{2+} , titrasyon türü yanlış” kategorisinde %13,33, “farklı cevaplar kategorisinde %6,66 ve “cevap yok” kategorisinde %6,66 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %6,66’sının AY seviyesinde, %6,66’sının KA seviyesinde, %20’sinin TA seviyesinde, %13,33’ünün KBA seviyesinde ve %53,33’ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İlişkisel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların yarısından fazlasının BA seviyesinde olduğu görülmektedir. Bu soruya verilen cevaplar ve kodlar incelendiğinde öğrencilerin genel olarak analit ve titrant türünü belirleyebildiği ancak bazı öğrencilerin titrasyon türünü belirlemede zorluk çektiği gözlenmiştir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde titrasyon türü için “volumetrik titrasyondur, demir iyonu yöntemi ile uygulanan titrasyondur” gibi bilimsel bilgiden ve beklenen yanıtta uzak cevaplar verildiği görülmektedir. Bir katılımcının vermiş olduğu “yer değiştirme titrasyonu” ifadesi katılımcıda titrasyon türü ile ilgili yanlış model oluştuğunu göstermektedir.

* Cl^- , $AgNO_3$ ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “ Cl^- analit, $AgNO_3$ ise titranttır. Çöktürme titrasyonudur” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “analit: Cl^- , titrant: $AgNO_3$, titrasyon türü eksik” kategorisinde

%20, “analit Cl^- , titrant: $AgNO_3$, çöktürme titrasyonu” kategorisinde %60, “analit: Cl^- , titrant: $AgNO_3$, titrasyon türü yanlış” kategorisinde %13,33 ve “analit ve titrant türü yanlış, titrasyon türü yanlış” kategorisinde %6,66 olduğu görülmüştür. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %6,66’sının KA seviyesinde, %13,33’ünün TA seviyesinde, %20’sinin KBA seviyesinde ve %60’ının BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İlişkisel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların yüksek oranda BA seviyesinde bulunduğu görülmektedir. Bu soruya verilen cevaplar ve kodlar incelendiğinde öğrenciler genel olarak titrasyondaki türleri ve titrasyon türünü belirleyebilmişlerdir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde titrasyon türü için katılımcılardan gelen “indirgenme yükseltgenme”, “klor derişimini bulma titrasyonu” gibi cevaplar bilimsel bilgiden uzaktır. Bir öğrencinin titrasyon türü için vermiş olduğu “volumetrik titrasyon” cevabı genel bir cevaptır ve bu soruda beklenen cevap değildir.

4. Titrasyon süreci ilgili olarak sorular. Bu alanda katılımcılara altı soru yöneltilmiştir.

* NaOH HCl ile titre edildiğinde titrant ve analit hangisidir yazın. Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “*NaOH analit, HCl titranttır*” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde “analit: NaOH, titrant: HCl” kategorisinde %93,33 ve “analit: HCl, titrant: NaOH” kategorisinde %6,66 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %6,66’sının KA seviyesinde ve %93,33’ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İlişkisel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların çok yüksek oranda BA seviyesinde olduğu görülmektedir. Bu durum da katılımcıların NaOH ve HCl titrasyonunda titrant ve analit belirleme işleminde bilimsel bilgilere sahip olduğunu göstermektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde “NaOH titrant, HCl analittir.” cevabı analit ve titrant belirleme konusunda yanlış bir model oluşturulduğunu göstermiştir.

* Bir önceki sorudaki titrasyonda titrasyon başladığı andan itibaren ortamdaki türler değişir mi?” a) $V = 0$ ml analit ilave edildiğinde, b) $V < \text{dönüm noktası}$ ml analit ilave edildiğinde, c) $V = \text{dönüm noktası}$ ml analit ilave edildiğinde, d) $V > \text{dönüm noktası}$ ml analit ilave edildiğinde,

Çözeltide bulunan türler (iyonik, moleküler, atomik vd.) Nelerdir ayrı ayrı yazın” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcılardan beklenen cevap “Evet, değişir.

a) $V = 0$ ml analit ilave edildiğinde; Ortamda sadece NaOH’ın sulu çözeltisi var. Na^+ , OH^- , H^+ , H_2O (OH^- hem sudan hem de NaOH’dan geliyor.)

b) $V <$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde; Dönüm noktası öncesinde HCl ilave edilmeye başlandığı için Na^+ , Cl^- , OH^- , H^+ , H_2O . (H^+ hem sudan hem de HCl’den geliyor. OH^- hem sudan hem de NaOH’dan geliyor.)

c) $V =$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde; Burada Na^+ ve Cl^- ve H_2O ’dan gelen iyonlar var. NaOH’dan gelen OH^- ve HCl’den gelen H^+ tamamen nötrleşerek suya dönüştü.

d) $V >$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde; Ortamda Na^+ , Cl^- , OH^- , H^+ , H_2O var.” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “ortamda bulunan iyonlar belirtilmiş fakat eksik” kategorisinde %20, “hayır değişmez” kategorisinde %13,33, “evet, değişir (ortamda bulunan türlerin belirtilmediği yanıtlar)” kategorisinde %13,33, “evet değişir (ortamda bulunan türlerin yanlış belirtildiği yanıtlar)” kategorisinde %13,33, “belirsiz ve anlamsız cevaplar” kategorisinde %33,33 ve “cevap yok” kategorisinde %6,66 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %40’ının AY seviyesinde, %26,66’sının KA seviyesinde, %13,33’ünün TA seviyesinde ve %20’sinin KBA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İşlemsel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların büyük bir kısmının AY seviyesinde olduğu görülmektedir. Bu durum katılımcıların işlemsel düzeyde olan sorulara yanıt verirken zorlandığını göstermektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde katılımcıların bir kısmının titrasyonun başlangıcında ortamda olan türleri yanlış belirttiği belirlenmiştir. Bir önceki soruda analit ve titrant türünü doğru belirten katılımcıların titrasyon başlangıcında ortamda bulunan türü yanlış belirtmesi dikkat çekmektedir.

*NaOH ’ın HCl ile titrasyonunda dönüm noktası pH’ı yaklaşık ne olur? Neden? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “ $pH=7$, kuvvetli asit kuvvetli baz titrasyonudur. $NaOH + HCl \rightarrow Na^+Cl^- + H_2O$ tepkimesi gereği asit ve baz

dönüm noktasında tam nötralleşirler. Ne Na^+ ne de Cl^- hidroliz olmayacağından ortamın pH'sını sudan gelen H^+ ve OH^- belirleyecektir.” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “pH=7 civarında” kategorisinde %73,33 ve “cevap yok” kategorisinde %26,66 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %26,66'sının AY seviyesinde ve %73,33'ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İlişkisel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların yüksek oranda BA seviyesinde olduğu görülmektedir. Bu da katılımcıların pH belirtme konusunda bilimsel bilgiye sahip olduğunu göstermektedir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde AY seviyesinde olan tüm katılımcıların soruyu yanıtsız bıraktığı dikkat çekmektedir.

* CH_3COOH 'ın $NaOH$ ile titrasyonu ne tür bir titrasyondur?” Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “*zayıf asit – kuvvetli baz*” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “zayıf asit- kuvvetli baz” kategorisinde %53,33, “asit-baz veya nötralleşme” kategorisinde %13,33, “belirsiz ve anlaşılabilir cevaplar” kategorisinde %6,66, “farklı cevaplar” kategorisinde %13,33 ve “cevap yok” kategorisinde %13,33 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %20'sinin AY seviyesinde, %13,33'ünün KA seviyesinde, %13,33'ünün KBA seviyesinde ve %53,33'ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İlişkisel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların yarısından fazlasının BA seviyesinde olduğu görülmektedir. KA seviyesinde bulunan katılımcıların ortamda bulunan maddelerin kuvveti hakkında yorum yapmadığı belirlenmiştir. Örnek katılımcı yanıtları incelendiğinde titrasyon türü için “çökme”, “standart titrasyon” gibi bilimsel bilgidan uzak yanıtlar verildiği görülmektedir.

* CH_3COOH ve $NaOH$ titrasyonunda titrasyon başladığı andan itibaren ortamdaki türler değişir mi? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “*evet, değişir.*”

a) $V = 0$ ml analit ilave edildiğinde, Ortamda CH_3COOH 'ın sulu çözeltisi vardır. CH_3COOH , CH_3COO^- , H^+ , sudan gelen H^+ , OH^- , H_2O

b) $V < \text{dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde}$, CH_3COOH , CH_3COO^- , H^+ , OH^- , H_2O , Na^+

c) $V = \text{dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde}$, Ortamda CH_3COONa tuzu oluşur. CH_3COO^- hidroliz olarak OH^- oluşturur. Sudan gelen H^+ ve OH^- iyonları bulunuyor.

d) $V > \text{dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde}$ Na^+ , CH_3COO^- , H^+ , OH^- , H_2O bulunur.” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “evet, değişir. Ortamda bulunan türlerin doğru olduğu yanıtlar” kategorisinde %13,33, “evet, değişir. Ortamda bulunan türlerin yanlış verildiği yanıtlar” kategorisinde %20, “belirsiz ve anlamsız cevaplar” kategorisinde %20, “cevap yok” kategorisinde %46,66 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %66,66’sının AY seviyesinde, %20’sinin TA seviyesinde ve %13,33’ünün BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İşlemsel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların yüksek oranda AY seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların büyük bir kısmının işlemsel düzeyde olan bu soruyu yanıtsız bırakması dikkat çekmektedir.

*Bu titrasyonda dönüm noktası pH’ı yaklaşık ne olur? Sorusunda katılımcılardan beklenen cevap “*ortamda kuvvetli baz bulunduğu için ortam pH’ı 7’den büyük olur*” şeklindedir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ve bu cevaplardan elde edilen kodlar incelendiğinde yanıtların dağılımının “pH>7” kategorisinde %46,66, “pH 7 civarında” kategorisinde %13,33 ve “cevap yok” kategorisinde %40 olduğu tespit edilmiştir. Zihinsel modeller belirleme aracının bu sorusuna ait anlama seviyeleri incelendiğinde katılımcıların %40’ının AY seviyesinde, %13,33’ünün KA seviyesinde ve %46,66’sının BA seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. İlişkisel düzeyde olan bu soru ile ilgili bulgulardan yola çıkarak anlama seviyeleri incelendiğinde titrasyon türünü “zayıf asit- kuvvetli baz” olarak belirten bazı katılımcıların bu soruda pH=7 yanıtı vermesi dikkat çekmektedir. KA seviyesinde olan bu katılımcıların pH belirlenirken ortamda bulunan türlerin kuvvetini dikkate almadığı görülmektedir.

Titrasyonlar Konusuna Ait Sorulara Verilen Yanıtların Kavramsal, İlişkisel ve İşlemsel Düzeyde İncelenmesi.

Zihinsel model belirleme aracında bulunan sorular kavramsal, ilişkisel ve işlemsel düzey olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Zihinsel model belirleme aracının birinci sorusu olan “standart çözelti nedir?” sorusu kavramsal düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %40 BA seviyesinde ve %40 KA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının ikinci sorusu olan “titrasyon nedir?” sorusu kavramsal düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %53,33 BA seviyesinde ve %20 KA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının üçüncü sorusu olan “eşdeğerlik noktası nedir?” sorusu kavramsal düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %53,33 BA seviyesinde ve %26,66 TA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının dördüncü sorusu olan “dönüm noktası nedir?” sorusu kavramsal düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %46,66 KBA seviyesinde ve %33,33 BA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının beşinci sorusu olan “titrant nedir?” sorusu kavramsal düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %40 BA ve %33,33 TA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının altıncı sorusu olan “analit nedir?” kavramsal düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %53,33 BA seviyesinde ve %13,33 oranı ile AY, TA ve KBA seviyelerinde eşit dağıldıkları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının yedinci sorusu olan “indikatör nedir?” sorusu kavramsal düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %40 BA seviyesinde ve %26,66 TA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının dokuzuncu sorusu olan

“ne tür titrasyonlar tanıyorsunuz? Örnek verin.” sorusu kavramsal düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %53,33 KBA seviyesinde ve %20 BA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracında kavramsal düzeyde bulunan sekiz soruya yer verilmiştir ve katılımcı yanıtları anlama seviyelerine göre incelenmiştir. Kavramsal düzeyde olan bu sorulara verilen yanıtlar sonucu anlama seviyelerinde oluşan yoğunluk incelendiğinde en yüksek oranın BA seviyesinde olduğu görülmektedir. Bu sonuç katılımcıların titrasyonlar konusu ile ilgili kavramsal bilgileri bilimsel düzeyde kazandıklarını göstermektedir.

Zihinsel model belirleme aracının sekizinci sorusu olan “dönüm noktası ile eşdeğerlik noktası arasındaki fark nedir? Varsa yazın. Yoksa neden olmadığını açıklayın.” sorusu ilişkisel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %33,33 BA seviyesinde ve %33,33 KA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının onuncu sorusu olan “NaOH ile HCl titre edildiğinde analit ve titrant hangisidir?” sorusu ilişkisel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %93,33 BA seviyesinde ve %6,66 KA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının on birinci sorusu olan “NaOH’ın HCl ile titrasyonu ne tür bir titrasyondur?” sorusu ilişkisel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %53,33 KBA seviyesinde ve %33,33 KA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının on üçüncü sorusu olan “NaOH’ın HCl ile titrasyonunda dönüm noktası pH’ı yaklaşık kaç olur?” sorusu ilişkisel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde BA seviyesinde %73,33 ve %26,66 AY seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının on dördüncü sorusu olan “CH₃COOH’ın NaOH ile titrasyonu ne tür bir titrasyondur?”

sorusu ilişkisel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %53,33 BA seviyesinde ve %20 AY seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının on altıncı sorusu olan “CH₃COOH ile NaOH’ın titrasyonunda dönüm noktası pH’ı yaklaşık kaç olur?” sorusu ilişkisel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %46,66 BA seviyesinde ve %40 AY seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının on yedinci sorusu olan “Al³⁺, EDTA ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur?” sorusu ilişkisel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %60 BA seviyesinde ve %26,66 KBA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının on sekizinci sorusu olan “Fe²⁺, Ce⁴⁺ ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur?” sorusu ilişkisel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %53,33 BA seviyesinde ve %20 TA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının on dokuzuncu sorusu olan “Cl⁻ AgNO₃ ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur?” sorusu ilişkisel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %60 BA seviyesinde ve %20 KBA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracında ilişkisel düzeyde bulunan dokuz soruya yer verilmiştir ve katılımcı yanıtları anlama seviyelerine göre incelenmiştir. İlişkisel düzeyde olan bu sorulara verilen yanıtlar sonucu anlama seviyelerinde oluşan yoğunluk incelendiğinde en yüksek oranın BA seviyesinde olduğu görülmektedir. Bu sonuç katılımcıların titrasyonlar konusu ile ilgili ilişkisel düzeyde olan soruları bilimsel düzeyde yanıtladıklarını göstermektedir.

Zihinsel model belirleme aracının on ikinci sorusu olan “NaOH’ın HCl titrasyonunda;

Titrasyon başladığı andan itibaren ortamdaki türler değişir mi?”

- a) $V = 0$ ml analit ilave edildiğinde,
- b) $V <$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde,
- c) $V =$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde,
- d) $V >$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde,

Çözeltide bulunan türler (iyonik, moleküler, atomik vd.) Nelerdir ayrı ayrı yazın.” sorusu işlemsel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %40 AY seviyesinde ve %26,66 KA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracının on beşinci sorusu olan “CH₃COOH’ın NaOH ile titrasyonunda;

Titrasyon başladığı andan itibaren ortamdaki türler değişir mi?

- a) $V = 0$ ml analit ilave edildiğinde,
- b) $V <$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde,
- c) $V =$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde,
- d) $V >$ dönüm noktası ml analit ilave edildiğinde

Çözeltide bulunan türler (iyonik, moleküler, atomik vd.) nelerdir ayrı ayrı yazın.” sorusu işlemsel düzeydedir ve bu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların %66,66 AY seviyesinde ve %20 TA seviyesinde oldukları görülmektedir. Zihinsel model belirleme aracında işlemsel düzeyde bulunan iki soruya yer verilmiştir ve katılımcı yanıtları anlama seviyelerine göre incelenmiştir. İşlemsel düzeyde olan bu sorulara verilen yanıtlar sonucu anlama seviyelerinde

oluşan yoğunluk incelendiğinde en yüksek oranın AY seviyesinde olduğu görülmektedir. Bu sonuç katılımcıların titrasyonlar konusu ile ilgili işlemsel düzeyde olan soruları bilimsel düzeyde yanıtlayamadıklarını göstermektedir.

Kavramsal, ilişkisel ve işlemsel düzeyde olan sorulara verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların kavramsal ve ilişkisel düzeyde olan sorularda bilimsel anlama seviyelerinde yanıtlar verebildiği fakat işlemsel düzeyde olan soruları yanıtlarken zorlandığı tespit edilmiştir. Bu sonuç katılımcıların konu ile ilgili kavramsal ve ezber bilgileri edindiklerini fakat bunları mikroskobik boyutta olan işlemsel düzeydeki sorularda kullanamadıklarını göstermektedir.

Bölüm 5

Sonuç ve Öneriler

Zihinsel modellerle ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde; İyibil Durukan (2019), yapmış olduğu çalışmada 3 zihinsel model türü altında 15 zihinsel model tipi belirlemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin ağırlıklı olarak sentez ve ilkel model türlerine ait zihinsel model tiplerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yıldız (2016), yapmış olduğu çalışmada zihinsel modelleri ilkel, sentez ve bilimsel zihinsel modeller şeklinde sınıflandırmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin konu ile ilgili sahip olduğu zihinsel modellerin yeterli seviyede olmadığı belirlenmiştir. Yüzbaşıoğlu (2015), yapmış olduğu çalışmada konu ile ilgili genel zihinsel modelleri bilimsel model, sentez model ve ilkel model olarak tespit etmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin sahip olduğu zihinsel modellerin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasının temel amacı ise kimya öğretmen adaylarının titrasyonlar konusu ile ilgili zihinsel modellerini belirlemektir. Bu amaçla titrasyonlar konusu ile ilgili dört alt kategori oluşturulmuş ve bu alt kategorideki sorular öğretmen adaylarına zihinsel model belirleme aracı olarak yöneltilmiştir. Titrasyonlarda kullanılan genel kavramlarla ilgili sorular, titrasyonda kullanılan çözeltilerle ilgili genel kavramlarla ilgili sorular, titrasyon türleri ilgili sorular, titrasyon süreci ilgili sorulara verilen katılımcı yanıtları incelenerek yanıtlarla ilgili kodlar oluşturulmuş ve bu kodlar için anlama seviyeleri belirlenmiştir. Anlama seviyelerinden yola çıkarak belirlenen zihinsel modeller sonucu katılımcıların %48,88'inin tam bilimsel modele, %8,88'inin kısmi bilimsel modele, %35,55'inin geçiş modeline ve %6,66'sının temel modele sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Tam bilimsel modele sahip katılımcıların titrasyonlarla ilgili zihinsel model

belirleme aracının kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait oluşturdukları anlamalar bilimsel düzeydedir. Belirlenen zihinsel modellerden en yüksek oranın tam bilimsel modelde olması çalışmaya katılan kimya öğretmen adaylarının çoğunun titrasyonlar konusu ile ilgili bilimsel bilgileri kazandığını göstermektedir. Katılımcıların %8,88'i kısmi bilimsel modele sahip olup bu katılımcıların titrasyonlarla ilgili zihinsel model belirleme aracının kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait oluşturdukları anlamalar bilimsel yakın düzeydedir. Katılımcıların yoğun olarak dağıldığı bir diğer zihinsel model türü ise geçiş modelidir. Katılımcıların %35,55'i geçiş modeline sahip olup zihinsel model belirleme aracının kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait oluşturdukları anlamaları zayıf bilimsel düzeydedir. Katılımcıların %6,66'sı temel modele sahip olup titrasyonlarla ilgili zihinsel model belirleme aracının kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamaları zayıf bilimsel düzeydedir.

Titrasyonlar konusu kimya bilimi için önemli bir yere sahiptir. Titrasyonlarla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde konu ile ilgili, öğrencilerde birtakım kavram yanlışları olduğu görülmektedir. Widarti, Permanasari ve Mulyani (2017) yapmış oldukları çalışmada bireylerin titrasyon ile ilgili ölçme aracının belirlenmesinde, hesaplanmasında ve kullanılmasında kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Nakiboğlu (2016), yapmış olduğu çalışmada bireylerin titrasyon ve indikatör gibi titrasyonlar ile ilgili genel kavramları açıklamakta yetersiz oldukları sonucuna ulaşmıştır. Bu tez çalışmasında kullanılan zihinsel model belirleme aracında titrasyon ve indikatör tanımlarının açıklanmasının istendiği sorulara verilen yanıtlar değerlendirildiğinde katılımcıların bir kısmında bu kavramlarla ilgili yanlışlar bulunduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç Nakiboğlu (2016)'nun çalışmasını destekler niteliktedir. Demircioğlu, Özmen ve Ayas (2002), yapmış oldukları

çalışmalarda lise öğrencilerinin asitlerin ve bazların kuvveti hakkında birtakım kavram yanılgılarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Kimya öğretmen adaylarına uygulanan zihinsel model belirleme aracının “NaOH ile HCl ve CH₃COOH ve NaOH titrasyonunun türleri”nin istendiği sorularda öğretmen adaylarının bir kısmının ortamdaki asidin ve bazın kuvveti hakkında yorum yapmayarak yalnızca “asit-baz veya nötralleşme” cevabı vermeleri bu çalışmayı destekler niteliktedir. Sheppard (2006), yapmış olduğu çalışmada bireylerin “kuvvetli asit ve bazların tanımı ve pH” gibi konuları açıklamakta zorluk yaşadıklarını belirtmiş tir. Kimya öğretmen adaylarına yöneltilen “bu titrasyonda dönüm noktası pH’ı kaç olur?” sorusuna katılımcıların bir kısmının bilimsel bilgiden uzak yanıtlar vermesi bu çalışmayı destekler niteliktedir. Nakhleh (1990); Vidyapati ve Seetharamappa (1995), yapmış oldukları çalışmalarda bireylerin asit ve bazlarla ilgili konuları yeterli düzeyde kazanamadıklarını belirtmişlerdir ve Smith ve Metz (1996) bireylerin bu kavramları ezberlediklerini belirtmişlerdir. Bununla birlikte zihinsel model belirleme aracının kavramsal düzeyde olan sorularına katılımcıların yüksek oranda cevap vermesi ve katılımcıların en çok sorun yaşadığı sorunun işlemsel düzeyde olması dikkat çekmektedir. İşlemsel düzeyde olan sorulara verilen yanıtlar incelendiğinde katılımcıların zihinsel model belirleme aracının on ikinci sorusunda %40 oranında AY seviyesinde ve on beşinci sorusunda ise %66,66 oranında AY seviyesinde oldukları belirlenmiştir. Bu sonuç mikroskobik düzeyde gerçekleşen olayları bireylerin tam anlamıyla zihinlerinde yapılandıramadıklarını göstermektedir.

Çalışmanın geneli değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının zihinsel modellerinin tespit edilmesinde en yüksek oranın tam bilimsel modelde olması zihinsel modellerinin bilimsel bilgilerle uyumlu olduğunu göstermektedir. Öğretmen

adaylarının büyük bir kısmı titrasyonlar konusu ile ilgili kavramları zihinlerinde yapılandırabilmişlerdir.

Bu tez araştırmasının sonucunda bireylerin AY seviyesinde en yoğun olduğu sorunun işlemsel düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Titrasyonlar konusu öğrenciler için soyut düzeyde kalmaktadır. Mikroskobik düzeyde gerçekleşen olayları daha somut hale getirebilmek için lisans düzeyinde titrasyon konusunun laboratuvar ortamında uygulamalı olarak sunulması öğrenmeyi daha etkili hale getirecektir. Bunun yanı sıra animasyon, video, simülasyon gibi teknikler tanecik düzeyinde gerçekleşen olayları göstermek için kullanıldığında konu ile ilgili bilimsel modeller kurulmasını kolaylaştıracaktır.

Temel modele ve geçiş modele sahip öğrenciler titrasyonlar konusu ile ilgili anlamaları zayıf bilimsel düzeydedir. Bu modele sahip öğrencilerde titrasyon konusu ile ilgili bilimsel olmayan alternatif kavramlar tespit edilmiştir. Öğretim faaliyetlerinin düzenlenmesinde bu alternatif kavramların dikkate alınması önerilmektedir.

Konu anlatılırken bireylerde oluşan yanlış kavramları tespit ederek o an bilimsel olan bilgiyle değiştirebilmek amacıyla açık uçlu sorular yöneltilebilir.

Öğrencilerde oluşabilecek yanlış veya hatalı zihinsel modellerin önüne geçmek amacıyla konuyu anlatmadan öğrencilere hazırbulunuşluk testi uygulanarak ön bilgileri kontrol edilebilir.

Yapılan araştırmanın sonucunda bireylerin kavramsal sorulara verdiği yanıtlar incelendiğinde genel olarak bireylerin BA seviyesinde yoğunlaştığı görülmektedir. İşlemsel düzeyde olan sorulara ise verilen yanıtların bilimsellikten uzak olduğu görülmektedir. Bu sonuç öğretmen adaylarının konu ile ilgili ezber

bilgilere sahip olduğu ve gerçekleşen olayların nedenini açıklamakta zorlandığını göstermektedir. Bu nedenle ğretim gerçekleştirilirken bireyleri düşünmeye yöneltici şekilde olması bireylerin neden ve nasıl sorularına cevap bulmalarını sağlamakta önem arz etmektedir.

Öğretmen adaylarına lisans düzeyinde sınavlarda yalnızca sayısal problemler yneltilmemelidir. Sayısal problemleri zebilen ğretmen adayları mikroskobik düzeyde gerçekleşen olayları açıklamakta zorlanmaktadırlar.

Alanyazın incelendiğinde ğretmen adaylarının tespit edilen zihinsel modellerinin eğitim ile değişebileceği gözlenmiştir. Ambusaidi ve M. Al-Balushi (2012) yapmış oldukları çalışmada ğretmen adaylarının bilim yöntemleri derslerini aldıktan sonra ğretmen odaklı eğitim anlayışından ğrenci odaklı eğitim anlayışına yöneldiklerini belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışma sonucunda öğrencilerde oluşan eksik veya hatalı modeller eğitim ile bilimsel modele çevrilebilir.

Bu araştırmada bireylerin verdiği cevaplar doğrultusunda belirlenen kavram yanılığlarını en aza indirmek amacıyla titrasyonlar konusu ile ilgili hazırlanan kaynaklarda bu kısımlara özellikle vurgu yapılabilir.

Titrasyonlar konusu ile ilgili belirlenen zihinsel modeller ve tespit edilen kavram yanılığları öğretmenlerin öğrencilerin titrasyonlar konusu ile ilgili karşılaştıkları zorlukları anlamalarına yardımcı olacaktır.

Zihinsel model belirleme çalışmalarında hazırlanan soruların işlemsel, kavramsal ve ilişkisel düzeyde sınıflandırılması öğrencilerin zihinsel modellerinin tespit edilmesini kolaylaştıracaktır.

Bu çalışmada öğretmen adaylarının titrasyonlar konusuna ait oluşturdukları zihinsel modelleri belirlenmiştir. Bu alanda yapılacak çalışmalarda bireylerin konu ile ilgili oluşturdukları zihinsel modellerin kaynağı araştırılabilir. Öğretmen adaylarının titrasyonlar konusu ile ilgili sahip oldukları geçmişte kazanılan bilgiler ve zihinsel modelleri arasındaki ilişkiler üzerine çalışmalar yapılabilir.

Bu çalışmada yer alan katılımcılar öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Öğretmen adaylarında tespit edilen modeller, öğretmen olduktan sonra tekrar araştırılarak aralarındaki ilişki incelenebilir.

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları alanla ilgili benzer çalışmalarda kullanılabilir.

Alanyazın taraması yapıldığında titrasyonlar konusu ile ilgili yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Öğrencilerin titrasyonlar konusu ve kimyadaki diğer soyut düzeyde yer alan konularla ilgili sahip olduğu zihinsel modellerin belirlenmesi üzerine yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Abraham, M. R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 147-165. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.3660310206>
- Akpınar, E., Ergin, Ö. (2004). Yapılandırmacı Kuram ve Fen öğretimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15: 108-113
- Aksoy Deviren, S. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin enerji ve enerji dönüşümüne ilişkin zihinsel modelleri* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Al-Balushi, S., Ambusaidi, A., Al-Shuaili, A., & Taylor, N. (2012). Omani twelfth grade students' most common misconceptions in chemistry. *Science Education International*, 23(3), 221-240.
- Alerby, E. (2000). A way of visualizing children's and young people's thoughts about the environment: a study of drawings. *Environmental Education Research*, 6(3), 205-222.
- Ambusaidi, A. & Al-Balushi, S. (2012). A Longitudinal Study To Identify Prospective Science Teachers' Beliefs About Science Teaching Using the Draw-A-ScienceTeacher-Test Checklist. *International Journal of Environmental & Science Education*, 7(2), 291-311.
- Anderson, S., & Moss, B. (1993). How wetland habitats are perceived by children: consequences for children's education and wetland conservation. *International Journal of Science Education*, 15(5), 473-485

- Arık, İ. (2014). *7. sınıf eko-okul öğrencilerinin sera etkisi zihinsel modellerinin belirlenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Arocena, M. (2022). A simple theoretical, quantitative approach to help understand the titration of weak acids and bases. *Chemistry Teacher International*, 4(1), 47-54. <https://doi.org/10.1515/cti-2021-0021>
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H. & Akkuş H. (2007) Öğrencilerin Çizimlerinden ve Açıklamalarından Yaratıcı Düşüncelerinin Ortaya Konulması (Çizimler ve Açıklamalar Yoluyla Yaratıcı Düşünceler). *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(4), 679-700
- Atasoy, B., Genç, E., Kadayıfçı, H. & Akkuş, H. (2007). 7. Sınıf Öğrencilerinin Fiziksel ve Kimyasal Değişmeler Konusunu Anlamalarında İşbirlikli Öğrenmenin Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32 (32), 12-21
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/hunefd/issue/7804/102307>
- Atkinson, R. L., Atkinson, R. C., Smlth, E. E., Bem, D. J., & Hoeksema, S. N. (1996). *Psikolojiye giris (12th ed.)*. Cev. Yavuz Alagon. Ankara: Arkadas Yayınları, s. 395.
- Ausbel, D. "Ego development and the learning process". *Child Development*, 1952, 20:173.
- Aydın, D. (2013). *Farklı sosyo-kültürel çevrelerde (Antalya ili örneği) öğrenim gören ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin çevre sorunlarına yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Aydın, G. (2011). *Öğrencilerin "hücre bölünmesi ve kalıtım" konularındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde ve zihinsel modelleri üzerinde yapılandırmacı yaklaşımın etkisi* (Doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Aydın, Ş. (2020). *Öğretmen adaylarının elektrik ve manyetizma kavramlarına ilişkin zihinsel modellerinin araştırılmasında kavram haritalama kullanımı* (Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak.
- Azaiza, I., Bar, V. & Galili, I. Learning Electricity in Elementary School. *Int J Sci Math Educ* 4, 45–71 (2006).
- Baki, A., Çepni, S., Akdeniz, A.R. & Ayas, A.P., (1996). 'Türkiye'de Eğitim Fakültelerinin Yeniden Yapılandırılması.' *YÖK'e Sunulan Komisyon Raporu*.
- Barraza, L. (1999). Children's drawings about the environment. *Environmental Education Research*, 5(1), 49-67.
- Barnett, M., Barab, S. A., & Hay, K. E., 2001. The virtual Solar System Project: Student Modeling of the Solar System, *The Journal of College Science Teaching*, 30, 5, 300–304.
- Başaran, İ. (1994). *Eğitime giriş*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Başaran, İ. E. (2000). *Örgütsel Davranış: İnsanın Üretim Gücü*. Ankara: Feryal Matbaası.
- Bilge, E. (2017). *7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül konusunda sahip oldukları zihinsel modellerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Bland, R., & Tessmer, M., (1999). Student Model Construction: An Interactive Strategy for Mental Models Learning, Proceedings of Selected Research and Development Papers Presented at the National Convention of the Association for Educational Communications and Technology, Houston, ABD.
- Bonnett, M., & Williams, J. (1998). Environmental education and primary children's attitudes towards nature and the environment. *Cambridge Journal of Education*, 28(2), 159-174.
- Borges, A. T., & Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21, 95-117.
- Borges, A. T., Tecnico, C. and Gilbert, J. K. (1998). Models of magnetism. *International Journal of Science Education*, 20(3), 361-378.
- Briggs, M. W. (2004). A cognitive model of second-year organic students' conceptualizations of mental model rotation. *Unpublished doctoral dissertation, Purdue University*.
- Buckley, B. C., & Boulter, C. J. (2000). Investigating the role of representations and expressed models in building mental models. In J. K. Gilbert, & C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 119-135). New York: Springer.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. A., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri. (3. Baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık*.
- Byrne, J. (2011). Models of micro-organisms: children's knowledge and understanding of microorganisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, 31, 5, 603-630.
Doi:10.1080/09500693.2010.536999

- Cheung, D. (2009). Developing a scale to measure students' attitudes toward chemistry lessons. *International Journal of Science Education*, 31 (16), 2185-2203.
- Chittleborough, G., & Treagust, D.F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274-292.
- Chmiliar, I. (2010). Multiple-case designs. In A. J. Mills, G. Eurepas & E. Wiebe (Eds.), *Encyclopedia of case study research (pp 582-583)*. USA: SAGE Publications.
- Coll, R., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: *Implications from research*. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- Coll, R.K., & Treagust, D.F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, 31, 357-382.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2002). Exploring tertiary students' understanding of covalent bonding. *Research in Science and Technological Education*, 20, 241-267.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2003a). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 464-486.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2003b). Learners' mental models of metallic bonding: *A cross-age study*. *Science Education*, 87, 685-707.

- Çağlar, S. (2007). *Titrasyon konusunun teknoloji destekli öğretimi* (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir.
- Çakır, M. (2011). *Üstün Yetenekli Öğrencilerin İletkenlik ve Yalıtkanlık Kavramlar Hakkındaki Zihinsel Modellerinin İncelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Çepni, S. (2005). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş*, 2nd edn. Trabzon: *Üçyol Kültür Merkezi*.
- Çil, M. (2019). *Planetaryum destekli öğretimin 6.sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve zihinsel modelleri üzerine etkisinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Muğla.
- Dankenbring, C. and Capobianco, B. M. 2016. Examining elementary school students' mental models of sun-earth relationships as a result of engaging in engineering design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5), 825-845.
- Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Ayas, A. (2002). Lise II öğrencilerinin asit ve bazlarla ilgili önbilgileri ve karşılaşılan yanılgılar. *ODTÜ Eğitim Fakültesi V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül 2002, Ankara*.
- Demirçalı, S. (2016). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve zihinsel model gelişimlerine etkisi: 7. sınıf "Güneş Sistemi ve Ötesi- Uzay Bilmecesi" ünitesi örneği* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Demirkol, H. (2017). *6. sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişimler konusundaki zihinsel modellerinin ve bilişsel yapılarının belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- De Vos, W. (1985). *Corpusculum delicti* (PhD dissertation). University of Utrecht.
- Didiş, N. (2012). *Investigation of undergraduate students' mental models about the quantization of physical observables* (PhD dissertation). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Didiş N, Eryılmaz A ve Erkoç Ş (2014) Investigating students' mental models about the quantization of light, energy and angular momentum. *Physical Review Special Topics: Physics Education Research*, 10(2): 1-28.
- Dinçer, T. (2018). *Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve manyetik alan ile ilgili zihinsel modelleri* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Durmuş, S., & Kocakulah, S. (2006). Fen ve Teknoloji Öğretimi (Ed. M. BAHAR). Fen ve Matematik Öğretiminde Modelleme. *Ankara: Pegem A Yayıncılık*, 299-317.
- Durmuş, T. (2017). *İlköğretim 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin erime, donma ve buharlaşma kavramlarına yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Temel Eğitim Ana Bilim Dalı, Giresun
- Emlı, Z. (2014). *Yedinci sınıf öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki zihinsel modelleri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.
- Erden, M. (2005). Öğretmenlik Mesleğine Giriş. (Birinci baskı). *İstanbul: Epsilon*

Yayıncılık.

- Erden, M. ve Akman, Y. (2003). Gelişim ve Öğrenme. *Ankara: Arkadaş Yayınevi.*
- Ergin, İ., Özcan, İ., & Sarı, M. (2012). Farklı akademik unvanlara sahip fen öğretmenlerinin branşlara göre model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World, 2(1)*, 142-159.
- Erlanson, D. A., Harris, E. L., Skipper, B., & Allen, S. D. (1993). Doing naturalistic inquiry: A guide to methods. *Newbury Park, CA: Sage Publications.*
- Ertürk, S., (1997). Eğitimde Program Geliştirme. *Ankara: Meteksan, 1997.*
- Franco, C. and Colinvax, D. (2000). Grasping Mental Models, J.K. Gilbert ve C.J. Boulter, Developing Models in Science Education, *Kluwer Academic Publishers, İngiltere.*
- Gabel, D. L., (1992). Modeling With Magnets – A Unified Approach to Chemistry Problem Solving. *The Science Teacher, March*, 58–63.
- Gabel, D.L. & Sherwood, R. (1980). Effect of using analogies on chemistry achievement according to Piagetian levels. *Science Education, 64*, 709–716.
- Gerring, J. (2007). Case study research: Principles and practices. *New York: Cambridge University Press.*
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modeling: routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 2*, 115-130.
- Gilbert, S. (1989). An evaluation of the Use of Analogy, Simile and Metaphor in Science Texts. *Journal of Research in Science Teaching, 26*, 315-327.

- Gilbert, J. K. (1995). Studies and fields: Directions of research in science education. *Studies in Science Education*, 25(1), 173-197.
- Gilbert, J.K., & Boulter, C.J. (1998). Learning science through models and modelling. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer.
- Gilbert J. K., Boulter C., & Rutherford M., (1998), Models in explanations, *Part 1: Horses for courses? Int. J. Sci. Educ.*,20(1), 83–97.
- Gilbert, J.K., Boulter, C.J., & Rutherford, M. (2000). Explanations with models in science education. In Gilbert, J.K., & Boulter, C.J. (eds.). *Developing models in science education*, pp. 193-208. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Gilbert, J.K. & Rutherford, M. (1998a). Models in explanations Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20, 83-97.
- Gilbert, J.K. & Rutherford, M. (1998b). Models in explanations Part 2: Whose voice? Whose ears? *International Journal of Science Education*, 20, 187-203.
- Glynn, S. M., & Duit, R. (1995). Learning science in the schools: Research reforming practice. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education* 22: 891–894
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.

- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass, G. V., & Gamas, W. S. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28, 117-159.
- Güler, M. (2017). *Görme engelli ortaokul öğrencilerinin çevreye yönelik bakış açılarının ve çevre sorunlarına yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Günay, H. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik zihinsel modelleri* (Yüksek Lisans Tezi). Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi / Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Günbatar, S., & Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Güven Yıldırım, E., Köklükaya, A. & Aydoğdu, M. (2016). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Öğretim Yöntem- Teknik Tercihleri ve Bu Tercihlerinin Nedenleri. *e-Kafkas Journal of Educational Research* , 3 (1) , 15-25 .
- Harrison, A. G. (2001). How do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students. *Research in Science Education*, 31, 401-435.
- Harrison, A.G., & Treagust, D.F. (1996) Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.

- Harrison A., & Treagust, D.F. (2000). Learning about atoms, molecules and chemical bonds: *A case study of multiple- model use in grade 11 chemistry. Science Education, 84*, 352-381.
- Hestenes, D. (1996). Modeling methodology for physics teachers. *Proceedings Of the International Conference on Undergraduate Physics Education, College Park, MA.*
- Hestenes, D. (2006). Notes for a modeling theory of science, cognition and instruction. *Proceedings of the 2006 GIREP conference: Modelling in Physics and Physics Education.*
- Holstein, A. J., & Gubrium, F. J. (2004). "The active interview." Qualitative Research Theory, Method and Practice (ed. David Silverman). *Los Angeles, London, New Delhi: Sage Publications.*
<http://dx.doi.org/10.4135/9781412973588.n3>
- Hrepic, Z. (2004). Development of Real-Time Assessment of Students 'Mental Models of Sound Propagation, *University of Split, Split, Croatia.*
- Hrepic Z., Zollman D. A., & Rebello N S (2010). Identifying students' mental models of sound propagation: The role of conceptual blending in understanding conceptual change. *Physical Review Special Topics: Physics Education Research, 6(2): 1-18.*
- Idu, T. E. (2022). The development and utilization of local materials for the effective teaching and learning of practical chemistry. *Mosogar Journal of Science Education, 9(1), 10) –114.*

- İyibil, Ü. (2010). *Farklı Programlarda Öğrenim Gören Öğretmen Adaylarının Temel Astronomi Kavramlarını Anlama Düzeylerinin ve İlgili Kavramlara Ait Zihinsel Modellerinin Analizi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- İyibil, Ü., & Sağlam-Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 2(4), 25-46.
- İyibil Durukan Ü. G. (2019) *Elektrik akım konusuna yönelik tasarlanan adidaktik öğrenme ortamlarının lisans öğrencilerinin zihinsel modellerinin gelişimine etkisi* (Doktora Tezi). Trabzon Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Trabzon, 311 s.
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Johnson-Laird PN, Barres PE. (1994). When 'or' means 'and': a study in mental models. *Proc. 16th Annu. Conf. Cogn. Sci.Soc.*, pp. 475–78. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701–705.

- J. L. Domínguez Alfaro, S. Gantois, J. Blattgerste, R. De Croon, K. Verbert, T. Pfeiffer, & P. Van Puyvelde, "Mobile Augmented Reality Laboratory for Learning Acid–Base Titration," *Journal of Chemical Education*, 2022. doi:10.1021/acs.jchemed.1c00894.
- Jonassen, D. & Cho, Y. H. (2008). Externalizing mental models with mindtools. *In Understanding models for learning and instruction* (pp. 145-159). Boston, MA: Springer.
- Joolingen, van W., Aukes, A., Gijlers, H. & Bollen, L. (2014). Understanding elementary astronomy by making drawing-based models. *Journal of Science Education and Technology*, 1-9.
- Justi, R., & Gilbert, J. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of 'the atom'. *International Journal of Science Education*, 22(9), 933-1009.
- Karacan, H. (2014). *Fizik öğretmenlerinin ve fizik öğretmen adaylarının elektrik akımı konusundaki zihinsel modellerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi)*. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara, 239 s.
- Karaer, H., & Karaer, F. (2019). Kimya öğretmeni adaylarının "Aziz Sancar'ın Başarısı" adlı okuma parçasındaki değerler ve değerler eğitimine yönelik görüşleri. *Değerler Eğitimi Dergisi*, 17 (37), 290316. DOI: 10.34234/ded.521617
- Karagöz, Ö., & Arslan, A. (2012). İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 132-142.

- Karagöz Mırçık, Ö. (2018). *Basit elektrik devreleri konusu ile ilgili kavramların öğretiminde sanal laboratuvar destekli 7e öğretim modelinin öğrencilerin zihinsel modelleri üzerindeki etkileri* (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Karal, I. S. (2003). *Fizik öğretmeni adaylarının konu alanı bilgi düzeylerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Kaya, F. (2010). *Fen bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Bilgisayar Destekli Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kendeou, P., Rapp, D. N., & van den Broek, P. (in press). The influence of readers' prior knowledge on text comprehension and learning from text. *In Progress in Education. Nova Science Publishers, Inc.*
- Kılıçoğlu, F. (2019). *"Maddenin tanecikli yapısı" konusunun model ve modellemelerle öğretiminin öğrencilerin başarıları ve atomla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Trabzon Üniversitesi, Trabzon.
- Kıvrak, A. H. (2018). *İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin çevre kirliliğine yönelik zihinsel modellerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press.

- Krefting, L. (1991). Rigor in Qualitative Research: The Assessment of Trustworthiness, *The American Journal of Occupational Therapy*, 45(3): 214-222.
- Kurnaz, M. A., Alev, N. (2009). İlköğretim ve ortaöğretim lisansüstü öğrencilerinin ders seçimi yaklaşımları ve ilgili sorunları. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(3), 28-52.
- Kurnaz, M. A. (2011). *Enerji konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamlarının zihinsel model gelişimine etkisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kurnaz, M., Tarakçı, F., Aydın, A. & Pektaş, M. (2013). Elektriklenme, yıldırım ve şimşek ile ilgili öğrenci zihinsel modellerinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(4), 33-51.
- Kvale, S. (1983) The Qualitative Research Interview: A Phenomenological and a Hermeneutical Mode of Understanding. *Journal of Phenomenological Psychology*, 14, 171-196. <http://dx.doi.org/10.1163/156916283X00090>.
- Lichtfeldt, M. (1996). Development of pupils' ideas of the particulate nature of matter: long-term research project. *Research in science education in Europe: Current issues and themes*, 212- 228.
- Lincoln, S. Y., & Guba, E. G. (1985). Naturalistic inquiry. Thousand Oaks, CA: Sage, InElo, S., Kääriäinen, M., Kanste, O. Pölkki, T., Utriainen, K. ve Kyngäs, H. (2014). *Qualitative content analysis: a focus on trustworthiness*, SAGE Open, 1-10.

- Lin, J. W. and Chiu, M. H. (2010). The mismatch between students' mental models of acids/bases and their sources and their teacher's anticipations thereof. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1617-1646.
- Liu, S.-C. ve Lin, H. (2015). Exploring undergraduate students' mental models of the environment: Are they related to environmental affect and behavior? *The Journal of Environmental Education*, 46(1), 23-40. doi:10.1080/00958964.2014.953021.
- Luoga, N. E., Ndunguru, A. P., & Mkoma, L. S. (2013). High school students' misconceptions about colligative properties in chemistry. *Tanzania Journal of Natural & Applied Sciences*.4(1), 575-581.
- McBroom, R. A. (2011). Pre-service science teachers' mental models regarding dissolution and precipitation reactions (Unpublished doctoral dissertation). *North Carolina State University, North Carolina*.
- McClary, L., and Talanquer, V. (2011). College chemistry students' mental models of acids and acid strength. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 396-413.
- McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 299–324). *Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates*.
- MEB Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü (2008). Öğretmen Yeterlilikleri. *Ankara: MEB. Erişim*
- Merriam, S. B. (2013). Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber (3. Baskıdan Çeviri, Çeviri Editörü: S. Turan). *Ankara: Nobel Yayın Dağıtım*.

- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis. USA: SAGE Publications*
- Morgan, M., & Morrison M. (1999). *Models as Mediators. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.*
- Moseley, C., Desjean-Perrotta, B. & Utley, J. (2010). The Draw-An-Environment Test Rubric (DAET-R): Exploring pre-service teachers' mental models of the environment. *Environmental Education Research, 16(2)*, 189-208. doi:10.1080/13504620903548674.
- Moutinho, S., Moura, R. & Vasconcelos, C. 2014. Mental models about seismic effects: students' Profile based comparative analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education 14: 391-415.* doi:10.1007/s10763-014-9572-7.
- Muştu, Ö. (2016). *Lise öğrencilerinin evren hakkındaki zihinsel modellerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Nakhleh M.B., (1990). A study of students' thought processes and understanding of acid/base concepts during the performance of instrument-based titrations, *PhD Thesis, University of Maryland, Maryland.*
- Nakiboğlu, C., Benlikaya, R. & Karakoç, Ö. (2002). Öğretmen Adaylarının Atomun Yapısı ile İlgili Zihinsel Modelleri, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2*, 88-98.
- Nakiboglu C., (2003), Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization, *Chem. Educ. Res. Pract., 4(2)*, 171–188.

- Nakiboglu C., (2008), Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 9(4), 309–322.
- Nakiboglu C. & Taber K. S., (2013), The atom as a tiny solar system: Turkish high school students' understanding of the atom in relation to a common teaching analogy, in *Tsaparlis G. and Sevian H. (ed.) Concepts of Matter in Science Education, Dordrecht: Springer*, pp. 169–198.
- Nakiboğlu, N. & Nakiboğlu, C. (2016). An investigation of university chemistry students' understanding of precipitation titrations and related concepts thorough vee-diagrams. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS)*, 4, 564-567.
- Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23, 707-730.
- Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In *D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), Mental models* (pp. 7- 14). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Nussbaum, J., & Novak, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60, 535-555.
- Örnek, F. (2008). Models in science education: Applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental and Science Education*. 3(2), 35-45.
- Özden, Y. (1999). Öğrenme ve Öğretme. *Ankara: Pegem A Yayıncılık*.

- Özkaya Salman, B. (2019). *Lise öğrencilerinin hücre zarından madde geçişleri konusundaki zihinsel modelleri* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztekin, S. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının üç aşamalı tanı testi ile geometrik optik konusundaki zihinsel modellerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.
- Park, E. J. (2006). Student perception and conceptual development as represented by student mental models of atomic structure. *Published doctoral thesis. The Ohio State University.*
- Patton, M. Q. (1987). *How to Use Qualitative Methods in Evaluation*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Payne, P. (1998). Children's conceptions of nature. *Australian Journal of Environmental Education*, 14(1), 19-26.
- Pekmezci, A. (2017). *6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin değişimi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Piaget, J. (1952). The origins of intelligence in children, *International Universities Press.*
- Pierre, David (2019) "Acid-Base Titration," *Undergraduate Journal of Mathematical Modeling: One Two: Vol. 10: Iss. 1, Article 8.*
- Polat, Z. (2012). *Öğrencilerin atom konusundaki zihinsel modelleri ile ders kitaplarındaki atom görsellerinin karşılaştırılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Ross B. & Munby H., (1991), Concept mapping and misconceptions: a study of high- school students' understandings of acids and bases, *International Journal of Science Education*, 13, 11-23.
- Rouse, W. B., & Morris, N. M. (1986). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological bulletin*, 100(3), 349-363.
- Saglam, A. (2004). Les équations différentielles en mathématiques et en physique: étude des conditions de leur enseignement et caractérisation des rapports personnels des étudiants de première année d'université à cet objet de savoir (Unpublished doctoral dissertation). Université Joseph Fourier, Grenoble.
- Saglam-Arslan, A. and Devecioglu, Y. (2010). Student teachers' levels of understanding and model of understanding about Newton's laws of motion. *Asia-Pacific Forum on Science Learning ve Teaching*, 11(1), 1-20.
- Samarapungavan, A., Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1996). Mental Models of The Earth, Sun and Moon: Indian Children's Cosmologies. *Cognitive Development*, 11, 491-521.
- Sary, S. P., Situmorang, M., & Tarigan, S. (2018). Development of innovative learning material with multimedia to increase student achievement and motivation in teaching acid base titration. *Advances in Social Science. Education and Humanities Research*, 200, 422-425. Doi:10.2991/aisteel-18.2018.91.

- Schmidt H-J., (1995), Applying the concept of conjugation to the Brønsted theory of acid-base reactions by senior high school students from Germany, *International Journal of Science Education*, 17, 733-741.
- Schwarz, C.V. & White, B.Y. (2000). Developing a Model-Centered Approach to Science Education. <http://schwarz.wiki.educ.msu.edu/file/view/C.+Schwarz+AERA+2002+paper.pdf> sayfasından erişilmiştir
- Scott, P. H. (1992). Pathways in learning science: A case study of the development of one student's ideas relating to the structure of matter. Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. *Proceedings of an international workshop hold at the University of Bremen, March 1991* (203-224). Kiel: IPN.
- Sheppard, K. (2006), High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Program in Science Education, Teachers College, Columbia University, 525 West 120th Street, New York, NY, 10027, USA.*
- Simmons, D. A. (1994). Urban children's preferences for nature: lessons for environmental education. *Children's Environments*, 11(3), 194-203.
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J. (1996). *Fundamentals of analytical chemistry* (7. Baskı). Bilim Yayıncılık.
- Smith, K.J., & Metz, P.A. (1996). Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations. *Journal of Chemical Education*, 73 (3), 233-235.
- Sönmez, G. (2020). *Argümantasyon temelli sınıf içi etkinliklerin 6. sınıf öğrencilerinin sesin madde ile etkileşmesi konusunda akademik*

- başarılarına ve zihinsel modellerine etkisinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Sözen, M. (2016). *8. sınıf ses ünitesinin öğretiminde kullanılan bilgisayar destekli uygulamaların ve laboratuvar etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve zihinsel modellerinin değişimine etkisi* (Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Sözcü, U. (2015). *7.sınıf öğrencilerinin bilimsellik değerine ilişkin zihinsel modelleri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye.
- Strauss, A. L. & Corbin, J. (1990). *Basic of qualitative research: grounded theory producers and techniques*. Newbury Park, CA: Sage.
- Subaşı, M. & Okumuş, K. (2017). Bir Araştırma Yöntemi Olarak Durum Çalışması, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 21(2): 419-426.
- Şahin, H. (2018). *8. sınıf öğrencilerinin çevre kavramları ile ilgili zihinsel modelleri ve bilişsel haritaları* (Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Taber, K. S., & Coll, R. (2002). Bonding. In J. K. Gilbert, O. D. Jong, R. Justy, D. F., Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 213-234). Dordrecht: Kluwer.
- Taber, K. S. (2003'a). Mediating mental models of metals: acknowledging the priority of the learner's prior learning. *Science Education*, 87(732-758).
- Taber, K. S. (2003b). The atom in the chemistry curriculum: fundamental concept, teaching model or epistemological obstacle? *Foundations of Chemistry*, 5(1), 43-84.

- Taylan Yıldız, H. (2006). *İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Atomun Yapısı ile İlgili Zihinsel Modelleri* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Taylor, N., & Lucas, K. (1997). The trial of an innovative science programme for preservice primary teachers in Fiji. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 25(3), 325-343.
- Tezci, E. & Uysal, A. (2004). Eğitim teknolojisinin gelişimine epistemolojik yaklaşımların etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(2), 22.
- Timurcan Erdal, N. (2022). *Tampon çözeltiler konusunda zihinsel modellerin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. & Mamiala, T. L. (2002). Student's understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Treagust, F. D. (2002). Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science. *International Journal of Science Education*, vol.24, no.4, 357-368.
- Ulusoy Taş, A. (2016). *Ortaokul Öğrencilerinin 'Doğal ve Yapay Çevre' Hakkındaki Zihinsel Modellerinin Araştırılması* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Ulutaş, B. (2010). *Kimya Eğitimi Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Zihinsel Modelleri ve Bilişsel Haritaları* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Ünal-Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Van Driel, H. J. & Verloop, N. (1999). Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science, *International Journal of Science Education*, vol.21, no.11, 1141-1153.
- Van Hoeve-Brouwer, G.M. (1996). Teaching Structures in Chemistry (PhD dissertation, *Utrecht: Cdu-Press*).
- Vidyapati T. J., & Seetharamappa, J. (1995). Higher secondary school students' concepts of acids and bases. *School Science Review*, 77(278), 82-84.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modelling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4,45-69.
- Vosniadou, S. (1994). Universal and Culture-Specific Properties of Children's Mental Models of the Earth. in L. Hirschfeld and S. Gelman (Eds.), *Mapping the Mind*, Cambridge University Press, pp. 412-430, New York.
- Vosniadou, S. (2003). Exploring the relationships between conceptual change and intentional learning. In G. M. Sinatra & P. R. Printrich (Eds.), Intentional conceptual change (pp. 377-406). *Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates*.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585.

- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18,123-183.
- Widarti, H. R., et al. (2016). Student Misconception on Redox Titration (a Challenge on the Course Implementation Through Cognitive Dissonance Based on the Multiple Representations). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, vol. 5, no. 1, 18 Apr. 2016, pp. 56-62, doi:10.15294/jpii.v5i1.5790.
- Widarti, H. R., Permanasari, A. & Mulyani, S. (2017). Students' misconceptions on titration. *IOP Conference Series, Journal of Physics*, 812. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/812/1/012016/pdf>
- Williamson, V. M., & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 521-534.
- Wolcott, H.F. (1994). Transforming qualitative data: Description, analysis, and interpretation. *ThousandOaks, CA: Sage*.
- Yalçın, S. (2011). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modelleri* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye.
- Yanış, H. (2012). In partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in the departments of elementary science and mathematics education. Unpublished master dissertation, *Middle East Technical University, Ankara, Turkey*.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2005). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.

- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (6. Baskı). *Ankara: Seçkin Yayıncılık.*
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (8. Baskı). *Ankara: Seçkin Yayıncılık.*
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. (12. Baskı). *Ankara: Seçkin Yayıncılık.*
- Yıldız, S. (2016). *Isı ve aktarımıyla ilgili sekizinci sınıf öğrencilerinin zihinsel modellerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Yılmaz, M. (2009). Öğrenme ve Bilgi İlişkisi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümü Ankara-TÜRKİYE. GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 29, Sayı 1 (2009).*
- Yin, R. (1984). Case study research: design and methods. (3. Basım). *California: Sage Publications.*
- Yin, R. K. (2003). Case study research: Design and methods (3rd ed.). *Thousand Oaks, CA: Sage.*
- Yüce, G. (2013). *Kimya Öğretmen Adaylarının Kimyasal Reaksiyonlar Konusunda Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yüzbaşıoğlu, M. K. (2015). *Ses konusuyla ilgili öğrenci zihinsel modellerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Zarkadis, N., Papageorgiou, G. & Stamovlasis, D. (2017). Studying the consistency between and within the student mental models for atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 893-902.

Zoller U. (2009), "Enhancing deep learning via Higher-Order Cognitive Skills (HOCS): Promoting teaching strategies and assessment", *Trends in Science and Mathematics Education*, No. 1, pp. 21-29.

EK-A: Titrasyonlar Konusu Üzerine Hazırlanmış Görüşme Formu

1.Soru: Standart çözelti nedir?

2.Soru: Titrasyon nedir?

3.Soru: Eşdeğerlik noktası nedir?

4.Soru: Dönüm noktası nedir?

5.Soru: Titrant nedir?

6.Soru: Analit nedir?

7.Soru: İndikatör nedir?

8.Soru: Dönüm noktası ile eşdeğerlik noktası arasında fark nedir? Varsa yazın.

Yoksa neden olmadığını açıklayın.

9.Soru: Ne tür titrasyonlar tanıyorsunuz? Örnek verin.

10.Soru: NaOH ile HCl titre edildiğinde analit ve titrant hangisidir?

11.Soru: NaOH'ın HCl ile titrasyonu ne tür bir titrasyondur?

12.Soru: Bir önceki sorudaki titrasyonda titrasyon başladığı andan itibaren

ortamdaki türler değişir mi?" a) $V = 0$ ml analit ilave edildiğinde,

b) $V < \text{dönüm noktası}$ ml analit ilave edildiğinde,

c) $V = \text{dönüm noktası}$ ml analit ilave edildiğinde,

d) $V > \text{dönüm noktası}$ ml analit ilave edildiğinde,

Çözeltide bulunan türler (iyonik, moleküler, atomik vd.) Nelerdir ayrı ayrı yazın.

13.Soru: NaOH 'ın HCl ile titrasyonunda dönüm noktası pH'ı yaklaşık ne olur?

14.Soru: CH_3COOH 'ın NaOH ile titrasyonu ne tür bir titrasyondur?

15.Soru: Titrasyon başladığı andan itibaren ortamdaki türler değişir mi?

- a) $V = 0$ ml analit ilave edildiğinde,
- b) $V < \text{dönüm noktası}$ ml analit ilave edildiğinde,
- c) $V = \text{dönüm noktası}$ ml analit ilave edildiğinde,
- d) $V > \text{dönüm noktası}$ ml analit ilave edildiğinde

Çözeltide bulunan türler (iyonik, moleküler, atomik vd.) nelerdir ayrı ayrı yazın.

16.Soru: Bu titrasyonda dönüm noktası pH'ı yaklaşık ne olur?

17.Soru: Al^{3+} , EDTA ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur?

18.Soru: Fe^{2+} , Ce^{4+} ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur?

19.Soru: Cl^- AgNO_3 ile titre ediliyor. Bu titrasyonda analit ve titrant hangisidir? Bu titrasyon ne tür bir titrasyondur?

**EK-C: Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/ Araştırma Etik
Komisyonu Onay Bildirimi**



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Rektörlük



Sayı : 35853172-300
Konu : Cennet AKSU (Etik Komisyon İzni)

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 03.09.2019 tarihli ve 51944218-300/00000749712 sayılı yazı.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Kimya Eğitimi Bilim Dalı yüksek lisans öğrencilerinden Cennet AKSU'nun Prof. Dr. Nilgün SEÇKEN danışmanlığında yürüttüğü "Kimya Öğretmen Adaylarının Titrasyonlar Konusunda Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi" başlıklı tez çalışması Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun 17 Eylül 2019 tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

e-İmzalıdır
Prof. Dr. Rahime Meral NOHUTCU
Rektör Yardımcısı

**EK-C: Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/ Araştırma Etik
Komisyonu Onay Bildirimi**

Tarih: 03.05.2022
Sıra No: E-35853172-600-00002165492
00002165492



**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük**

Sayı : E-35853172-600-00002165492
Konu : Etik Komisyon İzni (Cennet AKSU)

5.05.2022

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: 20.04.2022 tarihli ve E-51944218-600-00002144973 sayılı yazımız.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Kimya Eğitimi tezli yüksek lisans öğrencisi Cennet AKSU'nun, Prof. Dr. Nilgün SEÇKEN danışmanlığında yürüttüğü "Kimya Öğretmen Adaylarının Titrasyonlar Konusunda Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi" başlıklı tez çalışması Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun 26 Nisan 2022 tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Vural GÖKMEN
Rektör Yardımcısı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: F622443C-1AE9-469F-9361-F6ADF71675D7

Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/lu-obyx>

Adres: Hacettepe Üniversitesi Rektörlük 06100 Sıhhiye-Ankara

Bilgi için: Çağla Handan GÜL

E-posta: yazimad@hacettepe.edu.tr İnternet Adresi: www.hacettepe.edu.tr Elektronik

Bilgisayar İşletmeni

Ağ: www.hacettepe.edu.tr

Telefon: 0 (312) 305 3001-3002 Faks:0 (312) 311 9992

Telefon: 03123051008

Kep: hacettepeuniversitesi@hs01.kep.tr



EK-Ç: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- * tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- * görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- * başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- * atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- * kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- * bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

...../...../.....

(İmza)

Cennet AKSU

EK-D: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

02/07/2022

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Kimya Öğretmen Adaylarının Titrasyonlar Konusunda Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
02/07 /2022	183	201315	10/06 /2022	12	1865711450

Uygulanan filtreler:

- Kaynaklar hariç
- Alıntılar dâhil
- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Cennet AKSU

Öğrenci No.: N18131403

Ana Bilim Dalı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

İmza

Programı: Kimya Eğitimi Yüksek Lisans

Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Nilgün SEÇKEN

EK-E: Thesis/Dissertation Originality Report

02/07/2022

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Mathematics and Science Education

Thesis Title: Determination of Mental Models of Chemistry Teacher Candidates on Titrations

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
02/07 /2022	183	201315	10/06 /2022	12	1865711450

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Cennet AKSU

Student No.: N18131403

Department: The Department of Mathematics and Science
Education

Program: Chemistry Education

Status: Masters Ph.D. Integrated Ph.D.

Signature

ADVISOR APPROVAL

APPROVED
Prof. Dr. Nilgün SEÇKEN

EK-F: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.⁽¹⁾
- Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ... ay ertelenmiştir.⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.⁽³⁾

..... / /

(imza)

Cennet AKSU

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

*Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

