



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Kimya Eğitimi Programı

**TAMPON ÇÖZELTİLER KONUSUNDA ZİHİNSEL
MODELLERİN BELİRLENMESİ**

Nazlı Gizem TİMURCAN ERDAL

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 Proramı

TAMPON ÇÖZELTİLER KONUSUNDA ZİHİNSEL
MODELLERİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF MENTAL MODELS FOR BUFFER
SOLUTIONS

Nazlı Gizem TİMURCAN ERDAL

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2022

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Ad SOYADI'nın hazırladığı “Tezin Başlığı Buraya Yazılacak” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **Matematik Ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Kimya Eğitimi Bilim Dalında Yüksek Lisans** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Doç. Dr. Evrim URAL

İmza

Jüri Üyesi (Danışman)

Prof. Dr. Nilgün SEÇKEN

İmza

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Fatma ALKAN

İmza

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 10 / 01 / 2022 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca / / 2022 tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Selahattin GELBAL
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Öz

Bu çalışmanın amacı kimya öğretmen adaylarının tampon çözeltiler konusundaki zihinsel modellerinin belirlenmesidir. Örneklem grubu Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Programına devam eden 35 kimya öğretmen adayından oluşmaktadır. Tüm katılımcılar Analitik Kimya I ve II derslerinde tampon çözeltiler konusunu görmüşlerdir. Veriler, açık uçlu 10 tane soru içeren bir ölçme aracı ile toplanmıştır. Sorularda tampon çözelti kavramı, tampon çözeltilerde denge, tampon çözeltilerde tepkime mekanizması ve tampon çözeltilerin kullanım amacına yer verilmiştir. Veriler, araştırmacı tarafından betimsel içerik analizi ve temalara göre matrisleme yapılarak, hibrit bir yöntemle analiz edilmiştir. Kimya öğretmen adaylarının tampon çözeltilerle ilgili kavramsal düzeyde anlamalara sahip oldukları ve zihinsel modellerinin bilimsel olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Zihinsel model, kimya öğretmen adayları, tampon çözeltiler

Abstract

The aim of this study was to determine the mental models of chemistry teacher candidates about buffer solutions. The sample group consists of 35 chemistry teacher candidates attending the Faculty of Education Chemistry Teaching Program. All participants saw the topic of buffer solutions in Analytical Chemistry I and II courses. Data were collected with a scale containing 10 open-ended questions. In the questions, the concept of buffer solutions, equilibrium in buffer solutions, reaction mechanism in buffer solutions, and the purpose of use of buffer solutions are discussed. The data were analyzed by the researcher with a hybrid method, using descriptive content analysis and matrixing according to themes. It has been determined that chemistry teacher candidates have conceptual understandings of buffer solutions and that their mental models are not scientific.

Keywords: mental model, chemistry teacher candidates, buffer solutions

Teşekkür

Sabırla ve alçakgönüllülikle desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, tez danışmanım ve kıymetli hocam Prof. Dr. Nilgün SEÇKEN'e, çalışma sürecinde sevgisini ve saygısını eksik etmeyen, eşim Salih Zeki ERDAL'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.



İçindekiler

Öz.....	ii
Abstract	iii
Teşekkür.....	iv
Tablolar Dizini.....	vii
Şekiller Dizini.....	ix
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	x
Bölüm 1 Giriş.....	1
Problem Durumu	5
Araştırmanın Amacı ve Önemi	6
Araştırma Problemi	7
Sayıtlar	7
Sınırlılıklar	8
Tanımlar	8
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	9
Modelleme ve Model	9
Zihinsel Modeller	9
Zihinsel Modellerin Dört Temel Özelliği.....	10
Bilimsel Modellerin Ortak Özellikleri	10
Modellerin Sınıflandırılması.....	12
Fen Eğitiminde Modelleme.....	14
Fen Eğitiminde Modeller	15
Model Oluşturmanın Kimya Eğitimi Açısından Önemi	16
Öğrenenlerin Zihinsel Modelleri Araştırılırken Kullanılan Metotlar.....	17
Açık Uçlu Sorular	18

Çizimleri İçeren Görüşme Tekniği	18
Bölüm 3 Yöntem	19
Araştırmanın Modeli	19
Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	20
Veri Toplama Süreci.....	21
Veri Toplama Araçları	22
Veri Toplama Araçlarının Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları.....	23
Verilerin Analizi	25
Bölüm 4 Bulgular ve Yorumlar	34
Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler.....	77
Kaynaklar	86
EK-A: Etik Komisyonu Onay Bildirimi	100
EK-B: Etik Beyanı	101
EK-C: Yüksek Lisans Tez Çalışması Orijinallik Raporu.....	102
EK-Ç: Thesis/Dissertation Originality Report.....	103
EK-D: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı.....	104

Tablolar Dizini

Tablo 1 Katılımcıların Demografik Özellikleri.....	20
Tablo 2 Soru Niteliklerine Göre Anlama Düzeyleri ve Anlamları (Durukan, 2019)	25
Tablo 3 Soru Türleri ile Açık (Spesifik) Noktalar Arasındaki İlişki	27
Tablo 4 Belirlenen Zihinsel Modeller, Modellere Ait Özellikler ve Zihinsel Model Matrisleri (Durukan, 2019)	29
Tablo 5 Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 1. Sorusuna Ait Nicel Bulgular	34
Tablo 6 Birinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları	35
Tablo 7 Birinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri	35
Tablo 8 Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 2. Sorusuna Ait Nicel Bulgular	38
Tablo 9 İkinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları.	39
Tablo 10 İkinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri	39
Tablo 11 Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 3. Sorusuna Ait Nicel Bulgular	42
Tablo 12 Üçüncü Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları	42
Tablo 13 Üçüncü Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri	43
Tablo 14 Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 4. Sorusuna Ait Nicel Bulguları ...	45
Tablo 15 Dördüncü Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları	45
Tablo 16 Dördüncü Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri.....	46
Tablo 17 Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 5. Sorusuna Ait Nicel Bulgular	49
Tablo 18 Beşinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları	50
Tablo 19 Beşinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri.....	50
Tablo 20 Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 6. Sorusuna Ait Nicel Bulgular	51
Tablo 21 Altıncı Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları	52
Tablo 22 Altıncı Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri	52
Tablo 23 Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 7. Sorusuna Ait Nicel Bulgular	54
Tablo 24 Yedinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları	55
Tablo 25 Yedinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri.....	55
Tablo 26 Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 8. Sorusuna Ait Nicel Bulgular	59

Tablo 27 Sekizinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları	59
Tablo 28 Sekizinci Soruya Ait Temalar ve Anlama Seviyeleri	60
Tablo 29 Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 9. Sorusuna Ait Nicel Bulgular	61
Tablo 30 Dokuzuncu Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları	62
Tablo 31 Dokuzuncu Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri	62
Tablo 32 Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 10. Sorusuna Ait Nicel Bulgular ..	64
Tablo 33 Onuncu Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları	65
Tablo 34 Onuncu Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri.....	65
Tablo 35 Öğrencilerin Zihinsel Modelleri Belirleme Aracına Verdikleri Yanıtlarının Seviyelerine Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları	68
Tablo 36 Öğrencilerin Uygulama Süreci İçerisinde Tampon Çözümler ile İlgili Sahip Oldukları Zihinsel Modelleri	74

Şekiller Dizini

Şekil 1. Veri toplama sürecinde izlenen süreç	22
Şekil 2. Katılımcı 33'ün 8. Soruya Verdiği Cevap	71
Şekil 3. Katılımcı 15'in 8. Soruya Verdiği Cevap	72



Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

Ö: Çalışmaya katılan öğrenciyi temsil etmektedir.

GF: Görüşme Formu



Bölüm 1

Giriş

Eğitimin temel amaçlarından birisi bireyin ileride karşılaşılabileceği problemleri aşabilecek seviyeye gelmesidir (Özsoy, 2007). Bu amacın gerçekleşebilmesi için bireylere eğitim-öğretim dönemi boyunca sorumluluklar verilmelidir (Kayapınar, 2015). Eğitim dönemini bu şekilde değerlendiren bireyler bilgiyi yapılandırabilecekler ve problem çözme becerisini de edineceklerdir. Problem çözme becerisi için öğrencinin bilimsel bir bilgiyi nasıl yapılandığı hakkında bilgi sahibi olmak ya da bilimsel bilgiyi doğru bir şekilde özümseyip özümsemediği hakkında bilgi edinmenin önemli olduğu düşünülmektedir. Bunun için öğrencilerin bilimsel bilgileri nasıl yapılandığı konusunun anlaşılmasında zihinsel modellerin etkili olduğu gözlemlenmiştir (Case ve Fraser, 1999) çünkü modeller çalışma prensiplerini bilmediğimiz bir sistemi anlamamıza, kurguladığımız varsayımların ne kadar doğru olduğunu belirlememize yardımcı olur (Ültay, Usta ve Durmuş, 2017). Öğrencinin bilimsel bir bilgiyi nasıl yapılandığı, çalışma sistemini bilmediğimiz bir olaydır. Bu yüzden zihinsel modeller eğitimde stratejik bir değere sahiptir (Aydın ve Özgürtaş, 2007). Diğer taraftan bir zihinsel model eğer doğru şekilde anlamlandırılmamışsa kavram yanlışlarına da sebep olur (Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2016). Bu çalışmada öğrencilerin zihinsel modelleri tespit edilirken bilimsel bir konu hakkında sahip oldukları kavram yanlışları üzerinde değil, belirlenen bilimsel bir konuyu nasıl yapılandıkları üzerinde durulmuştur. Bu nedenle zihinsel modellerin tespit edilmesi/ölçülmesi/değerlendirilmesi önemli bir yere sahiptir.

Teorik olarak zihinsel model, bireyin bir kavramı ya da olguyu anlamada kullandığı bilgilerin birbirleriyle olan ilişkilerini temsil ettiği bir sistemdir (Swan, 1995). Eğitimde zihinsel modellerin kullanılmasının amacı ise öğrencinin bilişsel yapısının sahip olduğu bilgi birimlerini, bu birimleri nasıl organize ettiğini ve bu organizasyonu hangi sistemle sunduğunu belirlemek amacıyla kullanılır (West, Fensham ve Garrard, 1985). Bu sistemlerin genel olarak önceden tanınması öğrencide var olan yanlış bir bilimsel bilgi yapılandırmasına nasıl müdahale edileceği noktasında kolaylık sağlayacaktır.

Zihinsel modellerden bahsedilirken “imgelem” kavramına girmemek mümkün değildir, çünkü imgelem zihinde canlandırma anlamına gelir. Bu hususta imgenin eğitimde sunmuş olduğu anlam, konulara ait olaylar ve olgular bağlamında öğrenciye yansıyan yönlerinin öğrenciyle bütünleşmesini sağlamasıdır. İmge ile edinilen tasarımlar, manalar; öğrenciye ait fikirlerin değer kazanmasını sağlayarak, öğrencinin eğitimdeki anlamının geniş bir çerçeveye yayılmasını etkiler (İşildak, 2008). Bunun için bir konu hakkında öğrenciye ait fikirlerin ortaya konması öğretmenin bundan sonra konuyu işlerken nelere, nasıl dikkat edeceği hakkında planlama yapmasını sağlayarak, ders süresinin daha kaliteli değerlendirilmesini ve bunun sonucunda öğrenciden edinilen çıktıların daha doğru olacağı ve çalışılan eğitim dalının daha iyi anlaşılacağı düşünülmektedir (Bozkurt, 2020). İmgelem iki şekilde oluşturulur; Birey dışarıdan gelen uyarıcılarla zihninde birden fazla kopya imgelem oluşturabilir, kopya imgelemler sonucu oluşturulan kopya imajlar bireyin hafızasında kayıtlı bulunurlar. Yaratıcı imgelemler ise hayal gücünün eseri olan imgelemlerdir. Yaratıcı imgelemler ile birlikte zihinde var olan imgelemler özgün bir yolla değiştirilerek yeni bir imaj oluşturulur. Yaratıcı imgelem tamamen öznel ve kişiye özeldir. Zihinsel modeller de yaratıcı imgelemler sayesinde oluşur.(Yüce, 2013).

Yaratıcı imgelemler ile öğrencilerin dünya, fenomenler ve kavramlarla etkileşimlerinde inşa ettikleri zihinsel temsillerin incelenmesi, fen eğitiminde önemli bir araştırma alanıdır (Parlina vd. , 2019). Çünkü modeller, kişinin yaratıcı imgelemleri ile fen bilgileri arasındaki ilişkiyi belirlememize yardımcı olur (Coll, France ve Taylor, 2005). Bireyler soyut kavramları anlamlandırabilmek için zihinsel model kullanırlar. Kişinin kendi kendine, aklında oluşturduğu bu hayali modellere, “zihinsel modeller” adı verilir (Harrison ve Treagust, 2000). Zihinsel model, bilgiyi insan zihninde depolamak için güçlü bir mekanizma sağlar. Bu yapılar insan davranışını etkileyebildiğinden, neredeyse tüm insan faaliyeti biçimleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Parlina vd. , 2019).

Zihinsel modeller eğitim bilimlerinde temel bir rol oynar çünkü bunlar fikirlerin, nesnelerin, fenomenlerin veya sistemlerin öğrencinin aklındaki temsilleridir. Fen öğretiminde de genellikle teori ile nesneler veya öğrencilerin öğrenmesi gereken fenomenler arasında ilişkiler kurmak için model oluşturdukları varsayılır (Parlina vd. , 2019; Amalia, Sari ve Sinaga, 2017). Kurulan bu ilişkilerin

belirlenmesi ve izlenmesine bağlı olarak yürütülecek eğitim stratejileri daha doğru sonuçlar doğuracaktır. Zihinsel modeller, karmaşık ve soyut konularda öğrencilerin beceri seviyelerini anlamak ve nitelikli bir ğretim süreci tasarlamak için kullanılır (Ackermansa ve diğerleri, 2019).

Öğrencinin yeteneği bilim kavramının anlaşılması, bir teori kurma ve tahmin etme becerisi ile ilişkilidir. Bununla birlikte, öğrencilerin bir bilgiyi inşa etmesi doğru veya yanlış bir kavramla sonuçlanabilir. Yanlış kavramların oluşması, öğrencinin zihnindeki modellemeden kaynaklanabilir (Greca ve Moreira, 2000). Bu tür hatalar şunları içerir: Fenomeni fiziksel olarak görselleştirmek ve bir fenomeni aıklayamama. Bu durum öğrencilerin fen kavramı olan bir olguyu yanlış sonulandırmalarına sebep olur (Pramesti ve Setyowidodo, 2018).

Son yıllarda, araştırmacılar ve eğitimciler zihinsel modellerin öğretimdeki rolüne ilgi göstermektedirler (Rocard ve diğerleri, 2007). Bilimi ğrenmede zihinsel modelin birkaç işlevi vardır. Bir zihinsel model kullanmak, öğretimde içeriği doğru bir şekilde zenginleştirmeyi bilimsel metotlarla sağlar (Fazio ve diğerleri, 2013). Öğrencileri bilimsel problemleri anlamaya ve çözmeye yönlendirecek rolü vardır. Ayrıca zihinsel modeller öğrencilerin muhakeme, analiz etme ve değerlendirme yapmak gibi bilişsel becerilerinin nasıl geliştirilebileceği ile ilgili kılavuzluk eder.

Öğretmenler daha iyi eğitim vermek için öğrencilerin bilişsel becerilerini ve biliş süreçlerini öğrenmelidir (Willingham, 2017). Sonuçta amaç, bir öğrencinin zihinsel modelini ve bu modeli oluştururken sergilediği genel eğilimleri izlemektir. Her ğretmen özellikle anlaşılması zor ve soyut konularda zihinsel modelleme yapmayı mutlaka öğrenmelidir. Böylelikle o konunun nasıl daha doğru anlaşılacağı ve ilgili konuda öğrencinin üst düzey bilişsel becerilerinin nasıl geliştirilebileceği noktalarında büyük yarar sağlayacaktır. Zihinsel modeller, belirli bir fenomeni tanımlamak, açıklamak ve tahmin etmek için kullanılan, bireylerin kafasında bulunan bir tür fikir (Utami ve diğerleri, 2019) olduğu için ilgili konu hakkında öğrencinin zihnindekini anlamamızda ve buna göre bir strateji izlememizde büyük fayda sağlayacaktır. Ayrıca fen derslerinde zihinsel modellerden uygun bir biçimde yararlanmak ve modelleri ğrenci üzerinde etkili bir şekilde uygulayabilmek için, zihinsel modelin ne olduğunu bilen ve kullanım alanlarını sınırlarıyla ayırt edebilen deneyimli öğretmenlere ihtiyaç duyulmaktadır (Gdek, 2004). Bu yüzden her dal ğretmeni alanında yapılmış zihinsel model çalışmalarını takip etmelidir.

Kimya eğitiminde yapılan araştırmalar, birçok lise ve üniversite öğrencisinin kimyadaki temel kavramları anlamada zorluk yaşadığını ortaya koymaktadır (Tümay, 2014). Çünkü kimya soyut bir bilimdir; analogiler ve modeller olmadan anlaşılması güçtür (Taber ve García-Franco, 2010). Kimya, maddeye ve maddenin özelliklerine, reaksiyonlarına, yapısına, enerji bileşimleri ve değişimlerine odaklanan bilim alanlarından biridir. Bunların çoğu soyuttur ve birbirleriyle çeşitli örüntülere sahiptir. Kimyanın bu soyut yönü öğrenciler için zor öğrenilen, kolayca anlaşılamayan bir dal olarak benimsenmesine yol açar (Febrina, 2019).

Atkins (2013, s.7.): “İnsanlar kimyayı okul günlerinden; büyük ölçüde anlaşılmaz, olgusal açıdan zengin ama bilgi bakımından fakir, kötü kokulu, gerçek dünyanın olay ve eğlencelerinden son derece kopuk kavramlara ve kurallara sahip bir ders gibi hatırlıyorlar.” der ve yaptığı çalışmalarla bunu değiştirmek isteyen bir bilim insanıdır.

Bu değişimin gerçekleşebilmesi için öğrencinin belirlenen kimya konusuyla ilgili olarak, aklında nasıl bir örüntünün ve hangi temaların olduğu, öğretmen tarafından bilinmesi gerektiği düşünülmektedir. Çünkü öğrencinin bir konu hakkında zihninde yarattığı temalar ve kodlar, konunun ne kadar anlaşıldığı ve hatta ne kadar içselleştirildiği noktasında büyük bir öneme sahiptir (Khasanah, Wartono ve Yulianti, 2016). Yanlış temalar ve yanlış kodlamaları tespit etmek, ilgili konunun öğretilmesi noktasında alınacak önlemlere ve geliştirilecek yeni bir kimya öğretim tekniğine de ışık tutacaktır.

Kimyanın anlaşılabilmesi için üç dili vardır. Bunlar makroskobik, submikroskobik ve sembolik dillerdir. Öğrencinin zihninde anlamlı bilgi oluşabilmesi için bu üç olgu arasında ilişki kurulmalıdır. Kimyadaki kavramları anlayabilmek için; makroskobik, submikroskobik ve sembolik seviyedeki bilgileri kullanarak açıklayabilmek gerekir (Yüce, 2013). Bunun yaratıcı imgelemler ile mümkün olacağı düşünülmektedir. Makroskopik olan kimya doğrudan görülebilir iken submikroskobik olan kimya doğrudan gözümüzle görülemez. Submikroskobik konularda öğretmen, öğrencilere kimya materyalini anlamaları için rehberlik etmelidir ki bu da sınıfta doğru öğretim yöntemini seçmekle mümkündür (Orwat, 2017). Doğru öğretim yöntemini seçmek için özellikle submikroskobik olan kimya konuları hakkında yaş aralığına bağlı olarak zihinsel modeller çıkarılmalı ve incelenmelidir (Larson, Long ve Briggs, 2012).

Fenle ilgili bir konu öğretilmeden önce, o konu üzerinde daha önce öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmiş olduğu bir çalışmayı incelemenin konu öğretiminde etkili olduğu görülmüştür. Böylece öğretmen konuyu öğretmeye başlamadan önce öğrencinin konu hakkında edinebileceği yanlış kavramlar ve bu kavramların birbirleriyle ilişkisi sonucu oluşacak yanlış bilimsel anlamaların önüne geçmek için öğretim tekniğini ve sınıf içi yönetimi daha doğru planlayacaktır. Çünkü öğrenciler fen dallarındaki birçok soyut kavramı, kendilerinin oluşturduğu zihinsel modelleri kullanarak anlamaya çalışırlar (Atasoy vd., 2007). Bu kavramlar arasındaki ilişkileri (Coll ve Treagust, 2001) ve bu ilişkileri nasıl anlamlandırdıklarını zihinsel modellerle ortaya koyarlar (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004). Bu modellerle bilimsel bilgilerin birbirleriyle ilişkisi bireylere özgü (Lin ve Chiu, 2007), dinamik bir yapıyla gösterilir (Kurnaz ve Değermenci 2012). Zihinsel modeller, öğrencilerin ders konularını öğrenmedeki zorluklarını ortaya çıkarmak için de kullanılır (Shen, Tan ve Siau, 2017). Bir konu hakkında edinilmiş birbiriyle tutarsız bilgiler (Vosniadou ve Brewer, 1992) ve bu tutarsızlığın sebepleri zihin modelleriyle ortaya konur (Vosniadou, 1994). Gilbert ve Boulter (2000)'e göre zihinsel modeller öğrencinin bilimsel bir bilgiyi nasıl yapılandığı ve yapılandırmanın ilgili branş bazında ne kadar tutarlı olduğu hakkında bir değerlendirme yapılmasına olanak verir. Böylece soyut bir konunun somut verilere dayanan etkinliklerle öğretilmesi anlamlı zihinsel modellerin oluşturulması ile sağlanmış olur (Pekdağ, 2010). Eğitimde anlamlı zihinsel modellerle daha az zamanda daha çok verimin alınacağı düşünülmektedir.

Problem Durumu

Pek çok çalışmada fen öğretiminde zihinsel model oluşturulmasının ve bu modellerin incelenmesinin önemli bir yere sahip olduğu belirtilmiştir (Ulutaş, 2010; Yıldız, 2016). Zihinsel modelle birlikte bir sürecin iç kısmı hakkında daha fazla bilgi sahibi olunur. Öğrencinin bir durumu veya bilgiyi iç dünyasında, zihninde nasıl anlamlandırdığı zihinsel model sayesinde anlaşılabilir (Greca ve Moreira, 2002). Bundan dolayı öğrencilerin bilgiyi nasıl bir örüntü içinde oluşturduğunun anlaşılması açısından zihinsel modellerin belirlenmesi çok önemlidir. Bireylerde bilimsel bilgilere ait doğru zihinsel model oluşturulamaması öğrenmenin önünde büyük bir engeldir (Kelly and Akaygun, 2016).

Kimyanın konularından birisi olan tampon çözeltilerle ilgili öğrencilerin tampon çözeltilerin içinde yer alan asit-baz konularına hakim olamadığı (Sesen ve Tarhan, 2011) doğadaki ilgili olayları tampon çözeltilerle ilişkilendiremediği (Pabuçcu, 2016), tampon çözeltinin asit ya da baz kuvvetinden bağımsız olarak asit ve baz karışımlarından yapılabileceği (Orgill ve Sutherland, (2006), asidik ya da bazik tuzları tanıyamadığı için tampon çözeltiyi anlamlandıramadığı, günlük yaşamla tampon çözeltileri ilişkilendiremediği (Redhana vd., 2017), zayıf asit ya da bazların iyonlaşma prensiplerini bilmediği için tampon mekanizmasını yazamadığı (Kusumaningrum, Ashadi ve Indriyanti, 2017), tampon çözeltilerin önemini anlayamadığını ve tepkime mekanizmasını yazmakta zorlandığı (Drastisianti vd., 2018) sorunları tespit edilmiştir. Bu problemlerin sebebinin çıkarılacak zihinsel modellerin incelenmesiyle açıklığa kavuşacağı düşünülmektedir. Bu tespitler analitik kimyada önemli bir konu olan tampon çözeltiler hakkında öğrencilerin sahip olduğu zihinsel modellerin belirlenmesinin önemini ortaya koymaktadır. Tampon çözeltiler konusu asit ve bazlar konusu anlatıldıktan sonra verilen bir konudur. Bir tamponun içyapısı submikroskobiktir ve doğrudan gözümüzle görülemez. Öğrenciler sadece hayal edebilirler. Tampon materyali asit-baz materyali ile ilgili olduğu için öğrencilerin tamponları incelemek için büyük çabaya ihtiyaçları vardır. Asit ve baz materyalini anlamayan öğrenciler tamponlar hakkında da kendi teorilerini oluşturacaklardır. Tampon çözeltisiyle ilgili en önemli şey, biraz kuvvetli asit, güçlü baz ve su eklendiğinde çözeltinin pH değişimine direnç göstermesidir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın temel amacı, kimya öğretmeni adaylarının tampon çözeltiler konusunda zihinsel modellerinin belirlenmesidir.

Bu çalışmayla, öğrencilerin “tampon çözeltiler ” kavramına yönelik ortaya çıkacak olan zihinsel modellerin belirlenmesi, hem üniversite hem de lise dönemlerinde ilgili konuların öğretiminde bu süreçte ortaya çıkabilecek yanlış modellerin giderilmesinde eğitimcilere ışık tutacaktır. Buna bağlı olarak da, öğrencilerin zihinlerinde bilimsel model gelişiminin sağlanması açısından büyük bir öneme sahiptir. Çalışmanın sonunda ise ortaya çıkarılacak olan zihinsel modellerin bilimsel gerçeklerle örtüşüp örtüşmediği değerlendirilerek; tampon

çözeltilerle ilgili ders kaynaklarının doğru bir şekilde güncellenmesi ve bu konudaki müfredat içeriğini daha anlaşılır hale getirecektir.

Araştırma Problemi

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

Alt problemler.

Bu tez çalışmasına katılan kimya öğretmen adaylarının;

1. Tampon çözeltiler kavramı ve özellikleri ile ilgili zihinsel modelleri nasıldır?
2. Bir tampon çözeltide yer alan maddelerle ilgili zihinsel modelleri nasıldır?
3. Tampon çözeltiler konusu içerisinde yer alan diğer konularla ilgili zihinsel modelleri nasıldır?
4. Tampon çözeltiler konusunda kavramsal boyuttaki zihinsel modelleri nedir?
5. Tampon çözeltiler konusunda işlemsel boyuttaki zihinsel modelleri nedir?
6. Tampon çözeltiler konusunda ilişkisel boyuttaki zihinsel modelleri nedir?

Sayıtlar

Araştırmayla ilgili sayıtlar;

1. Araştırmaya katılan tüm öğrencilerin sorulan sorulara dürüst, dikkatli ve içtenlikle cevap verdikleri varsayılmaktadır.
2. Araştırmaya katılan tüm öğrencilerin uygulama esnasında bilinçli ve sağlıklı oldukları varsayılmaktadır.
3. Araştırmaya katılan tüm öğrencilerin gönüllü ve istekli oldukları varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

1. Araştırma Devlet Üniversitelerinin Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmen adayı öğrencileri ile yapılacaktır.

2. Araştırma 2019- 2020 ve 2020-2021 eğitim-öğretim yılı ile sınırlıdır.

3. Araştırma tampon çözeltiler konusu ile sınırlıdır.

4. Öğrencilerin tampon çözeltiler konusu ile ilgili görüşlerinin belirlenmesinde kullanılan sorular araştırmacı tarafından hazırlanmış, doçentliği kimya eğitimi alanında olan iki öğretim üyesi, doçentliği kimya alanında olan bir öğretim üyesi ve bir kimya öğretmeni tarafından değerlendirilmiştir.

Tanımlar

Model: Bireylerin zihinlerinde oluşturdukları ve zihinsel bileşenlerle sorguladıkları zihinsel kavramlardır (Johnson ve Laird) (akt: Greca ve Moreira, 2000).

Modelleme: Elde olan kaynaklardan yola çıkarak bilinmeyen bir amacı açık ve anlaşılır yapmak için yapılan işlemlere denir (Harrison, 2001; Treagust, 2002).

Bilimsel Model: Var olan zihinsel modellerden bazıları eğer bir çok bilim insanı tarafından kabul görürse bunlara bilimsel model denir (Coll ve Treagust, 2003).

Zihinsel Model: Barquero'ya göre (akt: Greca ve Moreira, 2000) zihinsel modeller, bilimsel olarak kesin değildir, içsel süreçlerin sonucudur ve özeldir.

Kavramsal Model: Zihinsel modellerin ve kuralların arasında ilişki kurarak doğrudan anlaşılmasını sağlayan modellerdir (Greca ve Moreira, 2000; Harrison, 2001).

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Modelleme ve Model

Model kavramı fen öğretiminde belli bir birikim sonucu oluşturulan ürünü tanımlarken, modelleme bu birikimleri oluştururken yapılan tüm işlemlerdir(Justi ve Gilbert, 2002). Gilbert (1999)'e göre modeller, bilimsel bilgidir ve çalışmadan ayrılmaz bir bütündür. Bununla birlikte modeller bilimin vazgeçilmez araçlarından biridir. Ingham ve Gilbert (1991)'e göre model, bir sistemin genel özelliklerini merkeze alarak, o sistemin nasıl çalıştığını en sade haliyle ortaya koyan bir temsildir. Bu sadeleştirilmiş biçim, sistem ile alakalı örnek sunarak genişletilebilir. Bilimsel modellerin önemli özelliklerinden birisi de diğer modellerle birleştirilebilmesidir. Bununla birlikte kullanılarak da genişletilebilir. Model gerçeğin bir resmi değildir. Model bilgiyi bir üst kademeye çıkarmaya yardımcı olur. Örneğin; Kimya eğitiminde kullanılan atom modeli, bir atomun şekil, boyut ve yapı bakımından birebir aynısı değildir. Ancak atomun genel özellikleri ile ilgili bilgi sahibi olmamızı sağlar. Fenle ilgili bir konuyu öğretirken soyut kavramları somut hale getirmek zor olabilmektedir. Örneğin, radyoaktif dalgalar öğrencilerin somut hale getirebilecekleri bir konu değildir. Bu türdeki sorunlardan dolayı eğitimciler, öğretimde farklı metotları kullanmaya yönelmektedir. Radyoaktif dalgaların titreşim çizgileri ya da atomlar konusunda daire şeklindeki modellerin kullanılması fen öğretiminde modellemenin önemini ortaya koymaktadır.

Zihinsel Modeller

Zihinsel modeller, bireylerin bilişsel becerileriyle yapılandırdıkları fikirlerin, tutumların veya olayların birer zihinsel temsilleridir (Harrison ve Treagust, 2000). Kişiler zihinsel modelleri bir olayı açıklamak, bir problemi çözmek veya düşüncelerini ifade etmek için kullanırlar (Buckley ve Boulter, 2000; Harrison ve Treagust, 2000). Öğrenenler yeni bilgilerle var olan modellerini değiştirirler veya tekrar yapılandırır (Glynn ve Duit, 1995, akt: Coll ve Treagust, 2003). Zihinsel modeller, kişilerin zihnindeki öğelerin kişiye özel temsilleridir ve bu temsiller öğelerin nasıl yapılandırıldığıyla ilgili olarak bir sistematığa sahiptir (Coll ve Treagust, 2003).

Eğer zihinsel modeller alanın bilim insanları tarafından yaygın olarak kabul görürse ya da zihinsel modeller bilimsel olarak kabul edilen bilgilerle tutarlı ise, buna öğretmenler tarafından eğitici amaçlar için oluşturulan modeller örnek verilebilir, bunlara bilimsel modeller denir (Coll & Treagust, 2003). Öğrenenlerin zihinsel modelleri bilimsel olduğu sürece bilgi doğru yapılandırılır (Nabikoğlu, 2019).

Norman'ın (1983)' deki yaklaşımına göre bireyler zihinsel modelleri değiştirebilir ya da tamamen onlardan vazgeçip yeniden oluşturabilirler. Zihinsel model sadece onu yapılandıran kişi için fonksiyoneldir ve model bilimsel bilgilerle tutarlı olduğu sürece doğru bir şekilde yapılandırılabilir (Coll ve Taylor, 2002).

Zihinsel Modellerin Dört Temel Özelliği

Zihinsel modellere ait dört temel özelliği Franco ve Colinviaux (2000) şu şekilde özetlemektedir;

1. Zihinsel modeller dinamikdir ve iç kapsamı sürekli değişken haldedir: Bireyler, zihinsel modellerini kullanırlarken yeni bilgiler üretebilir ya da yanlış bilgileri çıkarıp doğrusunu ekleyerek hipotezler kurabilirler.

2. Zihinsel modeller yapılandırılırken sözlü bilgi içermezler: Bireyler tarafından kullanılan zihinsel modelin bazı özellikleri birey tarafından fark edilemez. Bireyler genellikle gözle görebildikleri ya da somut durumlar için tahminler yürütürler. Kişi bu tahminleri bilinçli olarak yapmaz.

3. Zihinsel modeller bileşimlidir: Zihinsel modeller, bir olayın bütününe sadece bir parçasıdır. Bu parçanın da basitleştirilmiş olarak temsil edilmesidir.

4. Zihinsel modeller bireyin dünya hakkındaki tecrübesi ile sınırlıdır: Her birey zihinsel modelini kendi inanç ve yaşam şekline göre inşa edip, kullanır. Coll ve Treagust (2003)'e göre her bireyin bir olay hakkındaki zihinsel modeli kendine özgüdür.

Bilimsel Modellerin Ortak Özellikleri

Bireyler dünyayı kavrayabilmek için birtakım zihinsel modeller kullanırlar ve olguları kendi algılarıyla birlikte ilişkilendirerek anlamlandırmaya çalışırlar (Kelly, 1991). Bireyde var olan bilgi birikimi ve tecrübeler, dünyayı algılayış biçimleri

birleşerek bireyin çevresindeki olayları ve durumları nasıl anlamlandıracağını belirler (Spillane, Reiser ve Reimer, 2002). Zihinsel modeller bireyde var olan iç süreçlerin temsidir. Bireylerin oluşturduğu ve kullandığı zihinsel modeller tamamlanmamışlardır ve dinamikler (Harrison ve Treagust; 2000). Vosniadou (1994), zihinsel modellere; bireylerin kavramlara ve olgulara karşı kendi hisleri ve fikirleri yardımıyla, iç dünyalarının birer temsili olarak yorum getirmesi olarak yaklaşmıştır. Coll ve Treagust (2003), zihinsel modelleri iki ayrı grupta toplamışlardır;

a) Fiziksel zihinsel modeller, Fiziksel özelliklerin öğrencilerin zihinlerindeki gerçek veya gerçek dışı yapılardır. Buna örnek verilecek olursa insan vücudundaki organların bireylerin zihnindeki görüntüsüdür.

b) Kavramsal zihinsel modeller, Kavramların, soyutlamaların zihinsel modelleridir. Atom konusunda oluşturulan zihinsel modeller kavramsal zihinsel modeller grubuna dâhil edilmektedir. Zihinsel modellerin sahip olan bireyler modellerinin ve onları kullandıklarının farkında olmayabilirler (Örnek,2008).

Modelin doğrudan tanım olarak ifade edilmesi o modelin kapsamını sınırlandırdığı için bireylerde meydana gelen ortak özelliklerin belirtilmesi daha uygun olmuştur. Van Driel ve Verloop (1999), bilimsel modellerin ortak özelliklerini şöyle belirtmiştir:

1) Bir model, modelin temsil ettiği amaç ve amaçlarla doğrudan ilişkilidir. Bu amaç bir sistem, bir nesne, bir olgu veya bir süreç olabilir.

2) Bir model, bireyin doğrudan gözlenemeyen içsel süreçlerde meydana gelen değişimlerin gösterimidir. Ölçeklendirme modelleri bir nesnenin başka bir ölçekteki birebir aynısıdır ve(ev, köprü maketleri gibi), bilimsel model olarak kabul edilmez.

3) Bir model temsil ettiği hedef ile doğrudan bir ilişki içerisinde değildir.

4) Kullanılan modelin hedefe yönelik benzetmelere dayanması gerekir ve bu nedenle araştırmacıların test edilebilir hipotezler sunması gerekir. Bu hipotezlerin test edilmesi ile birlikte hedef ile ilgili yeni bilgiler ortaya çıkar.

5) Bir model hedefin birebir aynısı değildir ve belirgin detaylarla farklılık gösterir. Genel olarak bir model basit olarak gösterilmeye çalışılır. Araştırmacının amacına göre hedefle ilgili bazı detaylar dışarıda bırakılabilir.

6) Model oluşturma sürecinde model hedef ile ilgili özellikleri temsil edebilmelidir. Araştırma soruları ile oluşturulan modelin bu özelliği yönlendirilir.

7) Bir model dinamik ve etkileşim gerektiren bir süreç sonucunda oluşturulur ve hedefle ilgili yeni çalışmalar yapıldıkça model üzerinde değişime gidilebilir. Harrison ve Treagust (2000), modelleri kategorilere ayırmışlardır. Bu modeller; ölçeklendirme modelleri, eğitsel analogik modeller, simgesel veya sembolik modeller, matematiksel modeller, teorik modeller, harita, diyagram ve tablolar, kavram-süreç modelleri, simülasyonlar, zihinsel modeller ve sentez modellerden oluşmaktadır.

8) Katılımcılar sınıfa geldiklerinde tamamen boş olarak değil de ,o ana kadar yaşanmış tecrübe ve bilgi birikimi ile doludurlar. Bu nedenle öğrencilerin öğrenmelerinde geçmiş yaşantıları önemlidir. O ana kadar gördükleri, işittikleri, öğrendikleri her şey sınıf ortamında devreye girebilir. Her öğrencinin kendine özgü bir yaşantısı ve yaşanmışlığı vardır. Buna göre modeller bireylerin zihninde nasıl yapılanmaktadır? Bu soru ile birlikte zihinsel modellerin ne olduğu sorusu akla gelir.

Modellerin Sınıflandırılması

Güneş vd. (2004) modelleri dokuz başlık altında sınıflandırmıştır. Bunlar:

Ölçeklendirme Modelleri

Bitkilerin, hayvanların, yapıların, arabaların dış şekillerinin tanımlanmasında kullanılır. Bu modeller dış yapıyı yansıtsa da çok nadir de olsa içyapıyı da yansıtır. Bu modeller çoğu zaman model ile hedef arasında olan farklılıkların gizli kalmasına yol açabilir.

Pedagojik Analogik Modeller

Bu modeller bilgiyi hedefle paylaştığından dolayı analogik olarak adlandırılırlar. Atom gibi gözlenemeyen kavramların öğretmenler tarafından

açıklanabilmesi için geliştirilmesiyle pedagojik olarak Analojik özellikler kavramların etkili kazanılabilmesi için basite indirgenmiştir.

Matematiksel Modeller

Matematiksel eşitliklerle kavramlar ilişkilendirilerek açıklanabilir. Boyle-Mariotte Kanun veya Newton'un ikinci hareket kanununun temsili olan $F = m \cdot a$ eşitliği matematiksel modellere örnektir.

Simgesel veya Sembolik Modeller

Sembolik modellerle birlikte kimyasal kavramlar anlamlandırılmaya çalışılmıştır. Formüller bu sayede kimya diline yerleşmiştir. Örnek olarak H_2O (su) gösterimi verilebilir.

Teorik Modeller

Bu modeller iyi yapılandırılan ve bireylerce oluşturulan teorik temellere dayandırılmıştır. Gaz basıncının kinetik teori ile açıklanması bu kategoriye dâhildir.

Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar

Bu modeller bireylerin zihninde kolayca canlandırılabilir. Bu modellere örnek olarak periyodik sistem, soy ağaçları, haritalar, devre şemaları, kan dolaşımı sistemi örnek olarak gösterilebilir.

Kavram-Süreç Modelleri

Fende süreç çok önemlidir ve kavramlar süreç modeli ile açıklanabilir. Örneğin kimyasal denge örnek verilebilir.

Simülasyonlar

Simülasyonlar gerçek hayatta uygulanması güç olan durumlarda kullanılır. Örneğin uçuş, küresel ısınma, trafik kazaları gibi karışık durumlarda kullanılır.

Zihinsel Modeller

Zihinsel modeller bireyler tarafından içsel süreçler sonucunda üretilir. Bireylerin oluşturduğu ve yine bireylerin kendilerinin kullandığı zihinsel modeller dinamiktir, durağan değildir; değişebilir.

Fen Eğitiminde Modelleme

Bilim insanları bulgularını, varsayımlarını modelleme çalışmaları ile göstermişlerdir. Watson, Crick, Wilkins ve Franklin'in yaptığı çalışmalar ile DNA'nın moleküler şekli anlaşılmıştır. Katot ışını tüpüyle (Crookes tüpü) çalışmalar yapan Thomson bu deneyler sonunda, protonları pudinge, elektronları pudinge gömülü olan eriklere benzetip (analojik model) atomun şeklini ve yapısını açıklamaya çalışmıştır.

Bilimin ilerlemesi bulguların somut ve gerçekçi bir şekilde aktarılmasına dayanır. Bu yüzden bilim insanları savunduğu fikirleri somut verilere dayandırarak, açıklayıcı şekilde davranmalıdırlar (Bybee, 2011).

Bilim insanları çalışmalarının ve deneylerinin sonuçlarını gözlerken birden fazla akıl yürütme yöntemini kullanırlar. Dunbar (1999); Modelleme ile çalışmaların sonuçları öngörülebileceğini savunmuştur. Model oluşturma süreci üç sebepten dolayı başarılı olmaktadır. Çünkü modeller ile: Bilim insanlarının (1) gerçekleşme olasılığı yüksek olan davranışları bulmalarını sağlar, (2) basit olmayan durumları inceleyebilmelerini ve (3) yaptıkları deneyler sonucunda kavramsal bilgi oluşturmalarına olanak verir (Odenbaugh, 2005).

Morrison ve Morgan'a (1999) göre bilimsel yazılar ile modellerin nasıl kurulacağı hakkında yetersiz bir bilgi akışı vardır. Bu metinlerde çok sayıda yönlendirme bulunmasına karşın model kurma konusunda yeterli olamamıştır. Bunun yanı sıra model oluşturma kişinin özgü olduğunu ve yetenek gerektirdiğini söylemişlerdir çünkü modelleme yapmak bir süreç işidir.

Modelleme bilimsel okuryazarlığın en önemli parçasıdır. Bilimsel modelleme ile, çalışmayı oluşturan bilgi gözden geçirilir ve yönetilir (Schwarz vd., 2009). Bilimsel araştırmalar ile somut olmayan ve karışık durumdaki bilgiler oluşabilir. Fen eğitiminde modelleme karışık ve somut olmayan durumların basitleştirilmesi ve somutlaştırılması esasına dayanır. Harrison ve Treagust (1998), bireylerin modellerin yüzeysel olarak benzerliklerinden fazlasını dikkate almadıklarını belirtmişlerdir.

Modelleme çalışmaları fen eğitiminde, tasarımla öğrenme (Hmelo vd., 2000; Kolodner vd. , 1998), ; bilimsel modelleme (Schwarz vd., 2009; Sins, Savelsbergh

ve van Joolingen, 2005) tasarım uygulamaları (Kolodner, 2002) ve tasarım etkinlikleri (Hmelo vd., 1997) olarak açıklanmaktadır. Hmelo vd. (2000) zor bir konu olan solunum sisteminin işlevlerinin kolay kavranabilmesi için katılımcılar ile tasarım yarışmaları yapmışlardır. Holbrook ve Kolodner (2000), bireylere Apollo 13 filminden bir bölüm izletmişlerdir, parçanın Dünya içerisine girdiğinde yavaşlamasıyla ilgili paraşüt tasarım yarışması yapmışlardır.

Bilimin kavratılması ve kazanılması fen eğitiminin üzerinde durduğu en önemli konudur. Bu kavramların kazanılabilmesi için etkili stratejilerin kullanımına gerek vardır (Niebert ve Gropengiesser, 2013). Bu amaçla eğitimin yeniden düzenlenmesi gerekebilir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde modeller üzerine kurulan öğretimin etkililiği ortaya çıkmıştır. Modeller ve modelleme, fen eğitiminde, soyut olan, karmaşık olan kavramların etkili bir şekilde kullanılabilmesi için gereklidir.

Fen Eğitiminde Modeller

Modeller bilimsel olayların tanımlanması ve basitleştirilmesi amacıyla gelişen sürecin vazgeçilmez bir parçası olarak kullanılmaktadır (Gilbert, 1995; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002). Model; bir olayın, olgunun, nesnenin veya sistemin temsili olarak tanımlanabilir (Gilbert ve Boulter, 1998). Modeller, bireyin zihninin gerçeği yapılandırılmasını sağlayan yapılardır (Johnson-Laird, 1994). Bu yapıların anlaşılabilmesi için oluşturulan zihinsel modelin dinamik olması gerekir.

Modellerin rolü tamamen aktarılamamasına rağmen fen öğretimindeki etkinliklerde kullanılmaktadır (Treagust vd., 2002). Bilimsel modeller, ilkökul ve ortaokul dönemindeki bireyler tarafından gerçek hayattaki nesnelerin minyatürü oyuncak, (Harrison ve Treagust, 1998) veya somut bir kopyası (Grosslight, Unger, Jay ve Smith, 1991; Ingham ve Gilbert, 1999) olarak betimlenmiştir. Küçük yaşta olan bireylerin bir kısmı modelleri gerçeği ile karıştırabilmektedir (Harrison ve Treagust, 1996). Yapılan çalışmalara göre, bireylerin fen eğitiminde kullanılan bilimsel modellerle ilgili birbirinden farklı düşüncelerde olduğu gözlenmiştir (Al-Balushi, 2011, 2013; Cheng ve Lin 2015; Krell, Upmeier zu Belzen ve Krüger, 2012; Treagust vd., 2002).

Fen eğitiminde modellemenin çok önemli bir yeri vardır ve bununla birlikte öğretme teorileri ortaya çıkmıştır (Gobert ve Buckley, 2000) bu teorilerle kullandığımız modellerin bilimsel yanı açıklanmaya çalışılmıştır (Van der Valk, Van Driel ve De Vos, 2007).

Morrison ve Morgan (1999), tarafından bilimsel modellerin özellikleri şu şekilde açıklanmıştır:

- Ölçme işlemlerinde kullanılabilirler.
- Modeller, eğer teoriler uygulanamayacaksa kullanılabilirler.
- Modeller; teorilerin inşa yapılandırılması, araştırılması ve doğrulanması için bir araç olarak kullanılabilirler.
- Modeller,ile kullanılan teoriler ve dış dünya anlaşılabilir.
- Modeller inşa edilirken anolojilerden de yararlanır.
- Modellerin kendine özgü ve bağımsız olma gibi özellikleri vardır.
- Modellerin dünya ve kullanılan teoriler arasında bir ilişkisinin bulunması gerekir.

Özet olarak modeller fizik, kimya, tıp, astronomi gibi birçok bilimde yardımcı olarak kullanılmaktadır. Modellerle birlikte dış dünyada meydana gelen olaylar ile teorik bilgi arasında anlamlı bağlantılar kurulabilmektedir.

Fen eğitiminde; zihinsel modeller, kavramsal modeller gibi birçok türde modeller kullanılabilmektedir (Harrison ve Treagust, (2000).

Model Oluşturmanın Kimya Eğitimi Açısından Önemi

Modeller sayesinde düşünceler, olgular olaylar anlamlı hale gelir. Kimya öğretiminde meydana gelen en büyük zorluk mikroskobik düzeyden kaynaklanmaktadır. Görüp dokunamadığımız tamamen zihnimizde olan şeylerin anlamlı şekilde sentezlenmesi sonucu kimya anlaşılır hale gelmektedir.

Harrison ve Treagust (2000) çalışmasında, Richards, Barowy ve Levin (1992) modellerin tanımlamaya, anlamaya ve anlaşılmaya yüksek oranda yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Bir model bir sistemi açıklayan kavramdır. Atom, elektron, proton gibi kavramları veya kimyasal reaksiyonları model olmadan açıklamak ve

tanımlamak neredeyse imkânsızdır. Katılımcılar soyut kavramların öğretimi sırasında endişeli görünürler ve öğretmenler o sırada bir analogiye veya bir modele ihtiyaç duyarlar.

Modeller Gilbert (1993) 'e göre bilimin ayrılmaz bir parçasıdır. Modeller bilimin ürünleri, yöntemleri ve bilimin öğrenilmesinde kullanılan en önemli araçlardandır. Johnstone (1993) ise makroskobik ve submikroskobik seviyeler arasında kuvvetli ilişkiler kurulmasının öğrencilerin bilgiyi kazanmalarında önemli bir yeri olduğunu göstermiştir.

Yapılan araştırmalar katılımcılar tarafından kimyasal reaksiyon (Stavridou ve Solomonidou, 1998; Atasoy ve diğerleri, 2007), kimyasal değişim (Johnson, 2000), kimyasal denge (van Driel, de Vos, Verloop ve Dekkers, 1998), kimyasal bağlar (Coll ve Treagust, 2003), atom, molekül (Maskill, Cachapuz ve Koulaidis, 1997), iyon (Ross ve Munby, 1991), gaz (Krnell, Watson ve Glazar, 1998) gibi çok sayıda kavramın bilimsel olarak kazanılmasında güçlük yaşadığını göstermiştir. Bu da bireylerde kavram yanlışlarının oluşmasına yol açmaktadır.

Öğrenenlerin Zihinsel Modelleri Araştırılırken Kullanılan Metotlar

Bireylerin zihinsel modelleri genellikle onların yazılı ve sözlü açıklamalarının incelenmesi ile araştırılır (Boulter ve Buckley, 2000). Veri kaynakları genel olarak bireylerin defterleri gibi materyaller (Scott, 1992), bireylerin oluşturduğu diyagramlar (Coll ve Treagust, 2001, 2002, 2003; Harrison ve Treagust, 1996, 2000b; Lichtfeldt, 1996; Scott, 1992; Taber, 2003; Williamson ve Abraham, 1995), kısa cevaplar veya uzun metinler (Williamson ve Abraham, 1995) ve mülakatlardaki ki sözlü ifadeler (Coll ve Treagust, 2001, 2002, 2003; Harrison ve Treagust, 1996; Scott, 1992) kullanılır. Zihinsel modellerin doğasının karışık olmasından dolayı araştırmalarda zihinsel modellerle ilgili bilgiler birçok yöntem ile elde edilmeye çalışılır. Zihinsel modellerle ilgili yapılan çalışmalarda verileri toplamak için kullanılan araçlar, görüşmeler ve sınıf gözlemlerini açık uçlu sorular çoktan seçmeli sorular (çizimleri ve açıklamaları içeren), içeren görüşmelerdir (Chia-Yu, 2007).

Açık Uçlu Sorular

Açık uçlu sorular, mülakatlarda kullanılan sorularla çok benzerdir fakat açık uçlu sorularda çeşitliliğin olması tamamen katılımcının isteğine bağlıdır. Buradaki problem bireylerin kâğıt ve kalem kullanmasından kaynaklanır. Kağıt kalem kullanılmasıyla birlikte katılımcıya anında dönüt verilemediği için istenilen açıklıkta cevaplar alınamayabilir. Ancak açık uçlu sorular ve çoktan seçmeli sorular bireylerin düşüncelerinin yansımaları görebilmek ve görüşme sorularının hazırlanabilmesi için yardımcı olarak kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda zihinsel modellerin belirlenmesi için ana veri toplama aracı olarak görüşme yapıldığı görülmüştür. Görüşmelerde katılımcılar ve araştırmacılar arasında bir etkileşim vardır. Görüşme esnasında görüşmeyi yapan kişi bireylerden aldığı yanıtlara göre sorularını düzenleyebilir ve bir sonraki soruyu görüşmenin akışına göre seçer (Scott, 1992).

Çizimleri İçeren Görüşme Tekniği

Görüşmeler araştırmacıya bireylerin hedef konuyla ilgili zihinsel modellerine erişmesini sağlar. Bireyin ifadesine göre şekillenmesiyle ve anında müdahale edilmesiyle diğer tekniklerden ayrılır. Örnek olarak metalik bağ tanımı içerisinde bireyin elektron denizi hakkında tam olarak ne düşündüğü sorulan sorularla ortaya çıkarılabilir (Harrison ve Treagust, 1996). Bireylerin yanıtlarının çizimlerle yapılması o zihinsel modelin daha belirgin olmasını sağlar (White ve Gunstone, 1992). Bireylerin bir kavramla ilgili olarak çizim yapmalarını beklemek onların zihninde ne olduğunu anlamamıza yardım eder, örneğin atom ya da su molekülünün (Coll ve Treagust, 2001, 2002; Harrison ve Treagust, 2000b; Lichtfeldt, 1996), sıvıların ya da gazların çizimlerini (Scott, 1992; Williamson ve Abraham, 1995) istemek katılımcıların bu kavramları nasıl düşündüklerini anlamamıza yardımcı olur. Çizimler ile birlikte zihinde var olan ve tamamen ortaya koyulamayan kavramların gösterimi sağlanır. Çizimler bireylerin nasıl açıklayabileceği ile ilgili birkaç sınırlama dışında sınırlama koymayan açık bir tekniktir (Atasoy, 2004, syf 261).

Bölüm 3

Yöntem

Çalışmanın bu aşamasında amaca yönelik olarak; araştırmanın modeli, örneklem, veri toplama araçları, verilerin nasıl toplandığı, verilerin analizi, analizin güvenilirliği, varsayımlar ve çalışmanın sınırlılıkları hakkında detaylı bilgi verilmektedir.

Araştırmanın Modeli

Çalışmada kimya öğretmen adaylarının tampon çözeltiler konusundaki zihinsel modellerinin incelenmesi ve bu incelemelerden elde edilen veriler ışığında zihinsel modellerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Araştırmada, ortamın doğal koşullarına müdahale edilmeden öğrencilerin tampon çözeltiler konusu ile ilgili temel konularda sahip oldukları zihinsel modellerini belirleme ve değerlendirme amaçlandığından yapılan araştırmanın modeli, bilimsel sorulara cevap aramada kullanılan ayırt edici bir yaklaşım olarak görülen nitel araştırma modellerinden durum çalışması ile desenlenmiştir (Tellis, 1997). Durum çalışmaları bir ya da daha fazla olayın, ortamın, programın, sosyal grubun ya da diğer birbirine bağlı sistemlerin derinlemesine incelendiği yöntem olarak tanımlamaktadır (akt: Büyüköztürk, 2008). Desen çalışmanın amacına uygun olarak kısa sürede ve derinlemesine bilgiler elde etmeye olanak sağlamaktadır (Yin, 2003 ve Çepni, 2009). Yani durum çalışmalarında sınırları belirlenmiş bir sistemde bu sistemin nasıl çalıştığı hakkında sistemli veri toplanır ve derinlemesine araştırılması sağlanır (Chmiliar, 2010). Durum çalışmaları bir olay ya da olgunun derinlemesine betimlenmesi ve araştırılması olarak da tanımlamaktadır (Merriam, 2013). Durum çalışmalarında, 'nasıl' ve 'niçin' sorularına cevap aranır ve durum çalışmaları bir olgu veya olayın derinlemesine incelenmesine imkân tanır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Durum çalışmaları bir ya da daha fazla öğenin ya da birbirine bağlı başka sistemlerin çok daha derinliğine araştırıldığı yöntem olarak da tanımlamaktadır (Mc Millan, 2000).

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Çalışmada örnekleme türlerinden birisi olan amaçlı örnekleme yönteminin kullanılması tercih edilmiştir. Bu örnekleme yönteminde daha derinlemesine araştırma yapabilmek amacıyla bilgi açısından zengin durumların seçilmesi başka bir ifadeyle, araştırmacının çalışmanın amacına bağlı olarak derinlemesine araştırma yapabilmek adına kişisel kanısına yer verdiği, bilgi açısından zengin durumların seçildiği örneklemedir (Fraenkel ve Wallen, 2006). Bazı amaçlı örnekleme türleri; aykırı durum, benzeşik, maksimum çeşitlilik, tipik durum, kritik durum, ölçüt, kolay ulaşılabilir örneklemedir (Patton, 1987).

Çalışmanın örnekleminin belirlenmesinde amaçlı örnekleme türlerinden ölçüt örneklemeden yararlanılmıştır. Ölçüt örnekleme; çalışmanın amacına uygun olarak önceden belirlenmiş ölçütleri karşılayan durumlar dikkate alınarak yapılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Çalışmada kimya öğretmen adaylarıyla çalışılmasının nedeni, analitik kimya dersini lisans eğitimleri sırasında alıyor/almış olmaları ve zihinsel modellerini belirlemek amacıyla seçilmiş olan tampon çözeltiler konusunun bu ders kapsamında detaylı olarak inceleniyor olmasıdır. Örnekleme yapılırken belirlenen ölçüt tampon çözeltiler konusunun öğretiminde öngörülen kazanımların daha önceden kazanmış olmalarıdır.

Belirlenen amaçları gerçekleştirebilmek amacıyla çalışma Hacettepe Üniversitesi Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalında okuyan Analitik Kimya I ve II derslerini almış 35 katılımcı ile yürütülmüştür.

Tablo 1

Katılımcıların Demografik Özellikleri

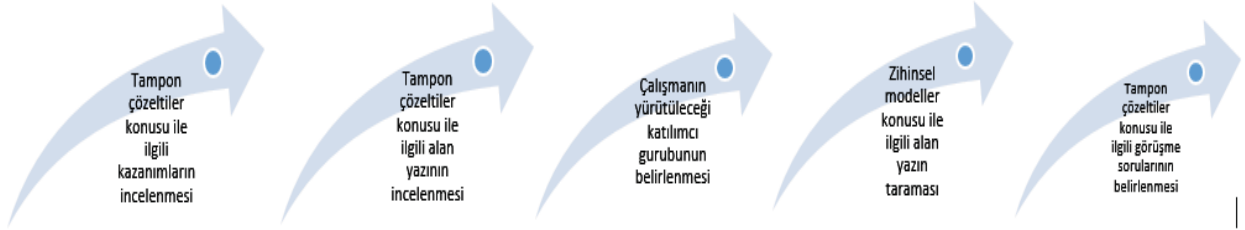
Cinsiyet	f	%
Kız	26	74,28
Erkek	9	25,72
Toplam	35	100

Veri Toplama Süreci

Nitel araştırmalarda, çeşitli veri toplama araçları olmasına rağmen sıklıkla kullanılan veri toplama aracı görüşmedir. Alan yazın incelendiğinde de öğrencilerin kavramlarla ilgili zihinsel modellerini incelemek ve belirlemek amacıyla mülakatların ve açık uçlu soruların sıklıkla tercih edildiği görülmektedir (Çoban ve Şengören, 2009; Ayvaci, Alev ve Yıldız, 2015; Durukan ve Paliç-Şadoğlu, 2020). Durum çalışmalarında diğer nitel çalışma desenlerinde de olduğu gibi veri toplama süreci ve bu süreçte araştırmacıların görevi oldukça önemlidir. Veri toplama süreci uzun, dikkat gerektiren bir süreçtir ve standart değildir. Dikkatli ve titiz bir araştırmacı; doğru ve eksiksiz sorular sormalı ve verilen cevapları objektif yorumlayabilmeli, kendi ideoloji ve düşüncelerini dışarıda bırakabilmeli, yeni karşılaştığı durumları doğru analiz ederek bir fırsat olarak değerlendirmeli ve esnek olmalıdır. Veri toplama sürecinde kullanılan dokümanlar, arşivlenmiş kayıtlar, görüşmeler, gözlemler önemli yer tutmaktadır (Yin, 1984). Durum çalışmalarında yöneme özgü olarak etkili veri toplayabilmek için durum çalışmalarına özgü olarak; çoklu veri kaynakları, veri tabanı oluşturulma, kanıt zinciri oluşturulma stratejilerin kullanılması da çalışmanın geçerliği ve güvenilirliğinin artırılmasında, araştırma hakkında zengin veri tabanı oluşturmada oldukça önem taşımaktadır (Yin, 1984).

Görüşme kişilerin, iç dünyasına aydınlatmak ve onun bir konu ya da kavram hakkındaki bakış açısını anlamak amacıyla gerçekleştirilir (Patton, 1987). Çeşitli görüşme teknikleri bulunmaktadır. Bu çalışmada görüşmeler görüşme formu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için araştırmacı önceden hazırlanan sorularla görüşmeyi gerçekleştirmiştir. Veri toplamak amacıyla çalışmada Tampon Çözümler konusunda hazırlanmış görüşme formu kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasının uygulama süreci 2020-2021 eğitim-öğretim yılı güz vebahar dönemidir. Veriler Covid-19 pandemi şartları nedeniyle internet ortamında Zoom internet aracı üzerinden yapılan canlı görüşmeler yoluyla gerçekleştirilmiştir. Uygulama yaklaşık 45-50 dakika sürmüştür. Veri toplama aracına ait özellikler, hazırlanma süreci yukarıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Veri toplama sürecinde izlenen süreç

Veri Toplama Araçları

Açık Uçlu Sorular. Görüşme formunun hazırlanmasında Bogdan ve Biklen'in (1992) belirttiği ilkeler dikkate alınarak; soruların kolay anlaşılır, konu odaklı, açık uçlu, yönlendirmekten kaçınan, mantıklı ve sistematik şekilde düzenlenmiş olmasına dikkat edilmiştir. Sorular hazırlanmadan önce tampon çözeltiler konusunda alan yazın taraması yapılmış ve alan yazın taraması sonucunda görüşme soruları hazırlanmıştır. Hedef kavram tampon çözeltiler olarak belirlenmiştir ve

1. Tampon çözelti kavramı
2. Tampon çözeltilerde denge
3. Tampon çözeltilerde tepkime mekanizması
4. Tampon çözeltilerin kullanım amacı

alt başlıklarını içeren sorular hazırlanmıştır.

Tampon çözeltiler konusunda oluşturulan ölçme aracı hazırlandıktan sonra alanda uzman olan kişilerin fikirlerini almak amacıyla uzman görüşüne sunulmuştur. Doçentliği kimya eğitimi alanında iki öğretim üyesi, doçentliği kimya alanında olan bir öğretim üyesi ve bir kimya öğretmeni olmak üzere toplam dört uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşünde soruların çalışmanın amacına uygunluğu ve bilimsel açıdan doğruluğu incelenmiştir. Uzmanların değerlendirmesinden sonra gelen öneriler doğrultusunda sorular tekrar gözden geçirilerek bir pilot uygulama yapılmıştır.

Etik komisyon onayından sonra mevcut ölçme aracı üzerinde içerik değişmeden gerekli düzeltmeler yapılarak pilot uygulamaya geçilmiştir. Pilot uygulama esas uygulamaya katılmayacak 10 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Bu katılımcılar için de ölçüt Analitik Kimya I ve II derslerini almış olmaktadır. Pilot uygulama bize ölçme aracının aksayan yönleri olup olmadığı hakkında bilgi verip, her öğrencinin soruları cevaplamak için ortalama ne kadar süreye ihtiyaç duyacağının belirlenmesinde de yol göstermiştir. Daha sonra gerekli düzenlemeler yapılarak 10 soruluk son hali verilmiştir (Ek-E).

Pilot çalışma, hazırlanan görüşme sorularını geliştirmek ve araştırmacının görüşme tekniğinin doğasını daha iyi anlayabilmesi amacı için yapılmıştır. Pilot uygulama sonuçları ölçme aracının katılımcılar tarafından cevaplandırılması için 45-50 dakikalık sürenin yeterli olduğunu göstermiştir.

Veri toplama aracının hazırlanması sürecinde açık uçlu soruların tercih edilmesinin nedeni, katılımcıların araştırılan durum ile ilgili algılarını kendi düşüncelerini yansıtan ifadelerle sunmalarına imkân vermesidir. Zihinsel modellerin oluşumunda esas olan; bireylerin algılama yeteneklerinin oluşturduğu durumlardır (Johnson-Laird, 1983). Kişilerin verilen durumla ilişkili algılarının belirlenmesi durumunda konuya yönelik zihinsel modelleri de ortaya çıkarılabilir. Tampon Çözeltiler Konusu odaklı olarak hazırlanan sorular, kimya öğretmen adaylarının tampon çözeltiler konusundaki zihinsel modellerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Oluşturulan bu sorularla öğrencilerin yorumlarından yararlanarak zihinsel modelleri belirlenmiştir. Bu amaçla hazırlanan 10 adet açık uçlu soru, araştırmanın yapıldığı dönemde YÖK'ün üniversitelerde uygulanan programlarındaki Analitik Kimya dersindeki kazanımları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Her soru için öğrencilerden açıklama yapmaları istenmiştir. Hazırlanan sorular, aldıkları analitik kimya dersinin kazanımlarına dayalı olarak öğrencilerin öğrenmiş olması beklenen kazanımları içermektedir.

Veri Toplama Araçlarının Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılırken inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlılık ve teyit edilebilirlik çalışmaları gerçekleştirilir (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 264). Bunlar nicel araştırmalardaki sırasıyla iç

geçerlilik, dış geçerlilik; iç güvenirlik ve dış güvenirlik çalışmalarına karşılık yapılan çalışmalardır.

Bir araştırmada çalışmanın geçerlik ve güvenirliğini artırılabilmesi için yapılan çalışmalar ve bu çalışmalara ait kanıtlar aşağıda sunulmuştur.

İnandırıcılık.

Alan yazın incelendiğinde inandırıcılığın sağlanabilmesi amacıyla uzun süreli etkileşim, derinlik odaklı veri toplama, çeşitleme, uzman incelemesi ve katılımcı teyidi gibi çeşitli yolların izlendiği görülmektedir (Lincoln ve Guba, 1985'ten akt., Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 265). Bu çalışma kapsamında açık uçlu soruların geliştirilmesi sırasında doçentliği kimya eğitimi alanında iki öğretim üyesi, doçentliği kimya alanında olan bir öğretim üyesi ve bir kimya öğretmeninden oluşan dört uzmanın görüşü ve bu uzmanlardan gelen öneriler değerlendirilerek uzman incelemesi yapılmıştır. Uzmanlardan gelen görüşlerle soruların bilimsel niteliği ve çalışmanın amacı ile ne kadar uyum içinde olduğu değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin teyit edilebilirliği için de çalışmaya katılan öğrencilerin başarı testine verdikleri cevaplarda emin olmadıkları durumların mülakatlarla sebeplerinin açıklanması istenmiştir.

Aktarılabilirlik.

Araştırmanın aktarılabilirliğini artırmak için ayrıntılı betimleme yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu amaçla çalışmanın uygulama, analiz etme ve bulguların sunulma süreci oldukça detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Özellikle bulguların verilmesi sürecinde ham verilerin doğrudan alıntılarına yer verilmiştir. Ayrıca aktarılabilirlik (dış geçerlik) için çalışmaya katılan katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilmiş ve çalışmada elde edilen sonuçların objektif olarak açıklanabilmesi için öğrencilerin özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Teyit Edilebilirlik.

Etik sorun çıkarmaması için Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonundan araştırmaya başlamadan önce gerekli izinler alınmıştır. Katılımcılara ait bilgilerin gizli kalmasına özen gösterilmiş ve katılımcılara kodlar verilerek verileri analiz edilmiştir.

Verilerin Analizi

Tampon çözeltiler konusunda hazırlanan ölçme aracından elde edilen veriler aşağıda belirtilen aşamalar izlenerek değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir.

Çalışmanın ilk basamağında uygulama sonrasında elde edilen veriler anlama seviyelerine göre sınıflandırılarak öğrencilerin vermiş oldukları cevapların hangi anlama seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Anlama seviyelerinin belirlenmesinde izlenen yol, Abraham, Williamson ve Westbrook (1994)'un çalışmalarında kullandıkları yöntemdir. Alan yazın incelendiğinde zihinsel model belirlenmesinde anlama seviyelerinden yararlanıldığı pek çok çalışma olduğu görülmektedir (İyibil, 2010; Kurnaz, 2011; Park, 2006; Sağlam-Arslan ve Devecioğlu, 2010; Yıldız, 2016). Çalışmada kullanılan açık uçlu soruların türleri ve soru türlerine bağlı anlama seviyesi içerikleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2

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

Soru Türü	Nitelik	Düzeyle göre açıklamalar
Kavramsal	[0]	Boş bırakılan, soru tekrarı yapılan, belirsiz ve anlaşılabilir 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 anlaşılabilir işlemleri/denklemleri içeren cevaplar
	[1]	Yanlış unsurları barındıran formül ve yapılan işlemleri/denklemleri içeren cevaplar
	[2]	Yanlış unsurları içeren ve temel düzeyde kullanılan formül ile yapılan işlemleri/denklemleri içeren cevaplar
	[3]	Doğru ve kabul edilebilir düzeyde kullanılan formül ile yapılan işlemleri/denklemleri içeren cevaplar
	[4]	Bilimsel düzeyde kullanılan formül ve yapılan işlemleri/denklemleri 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

Anlama düzeyleri ölçme aracında yer alan soru türleri dikkate alınarak düzenlenmiştir.

- * Kavramsal sorular için teorik bilginin bilimsel bilgi içermesi,
- * İşlemsel sorular için kullanılan kimyasal denklemlerin yeterli olması,
- * İlişkisel sorularda kavramlar arasındaki bağların bilimsel anlamda yeterli düzeyde olması ölçütleri temel alınarak anlama seviyeleri belirlenmiştir.

Anlama seviyeleri analiz edilirken;

3 ve 4 olan katılımcıların bilimsel anlamaya sahip olduğu,

2 olan katılımcıların 3 ve 4' e göre daha basit düzeyde anlamalara sahipken cevaplarında doğru ifade edilmiş temel kavramların da bulunabildiği,

0 ve 1 olan katılımcıların bilimsel düzeyde anlamalara sahip olmadığı ve bu belirlemelerin dışında bir sınıflamaya dâhil edileceği katılımcı cevaplarından da alıntılar yapılarak tartışılmıştır.

Zihinsel Modellerin Oluşturulması ve Analizi.

Zihinsel modellerinin analiziyle ilgili olarak alan yazın incelendiğinde araştırmacıların zihinsel modellerini belirlerken farklı analiz türlerini kullandığı görülmektedir.

Bazı araştırmalarda yanıtların çok göze çarpan noktalarının gruplandırılması yolu ile zihinsel modele ulaşıldığı görülmektedir (Borges, Tecnico ve Gilbert, 1998; Borges ve Gilbert, 1999; McBroom, 2011).

Bazı çalışmalarda yanıtların anlama düzeylerine göre sınıflandırıldıktan sonra zihinsel model matrisi ortaya konarak zihinsel modele ulaşıldığı görülmektedir. Ülkemizde Sağlam (2004); İyibil ve Sağlam-Arslan, (2010); Sağlam-Arslan ve Devecioğlu, (2010); İyibil, (2010); Kurnaz, (2011) yıllarındaki çalışmalarında matrisleme yoluyla zihinsel model oluşturmaya çalıştıklarını göstermişlerdir.

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen her iki yöntemle ilgili değerlendirmeler yapılarak hibrit bir yol izlenmiş katılımcıların zihinsel modelleri üç aşamalı analiz sonucunda ortaya çıkarılmıştır.

* Birinci aşamada her bir soruya verilen yanıtlarla soru soru içerik analizi yapılmış, analiz sonucu her biri soruya verilen yanıtların temaları oluşturulmuştur.

* İkinci aşamada, soruda yer alan kavramlar ile ilgili spesifik noktalarla alakalı soru türleri belirlenmiştir.

* Üçüncü aşamada, sorulara verilen cevaplar, her bir soru için ayrı ayrı birinci aşamada oluşturulan temlara göre değerlendirilerek anlama seviyeleri belirlenmiş ve bu anlama seviyelerine dayalı olarak zihinsel model matrisleri belirlenip hangi zihinsel modelin hangi matrise uyduğu tespit edilmiştir. Belirlenen spesifik noktalar ve soru türleri ile ilişkileri Tablo 3’ de sunulmuştur.

Tablo 3

Soru Türleri ile Açık (Spesifik) Noktalar Arasındaki İlişki

Soru türü	Açık (Spesifik) noktalar
Kavramsal	Kavrama ait tanım,
İlişkisel sorular	Bir tampon çözeltinin nasıl oluşturulabileceği, Tampon çözeltiler ile ilgili diğer kavramlar, Tampon çözeltilerin yaşıntımızda hangi alanlarda görüldüğü
İşlemsel sorular	Bir tampon çözelti hazırlayabilme, Tampon çözeltinin nasıl bir tamponlama işlevine sahip olduğu, Hangi kimyasalların tampon çözelti oluşturduğunu belirleyebilme, Tampon çözeltilerle ilgili ilişkileri belirleyebilme

Tablo 3’de söz edilen soru türleri ile konuya ait spesifik noktalardan, zihinsel model matrislerinin belirlenmesi için yararlanılmıştır. Belirlenen bu matrislerden, öğrencilere ait zihinsel modellerin tespit edilmesinde yararlanılmıştır. Zihinsel model matrisi elde edebilmek için aşağıda yer alan yol izlenmiştir;

* Anlama seviyelerinin belirlenmesi: Açık uçlu sorulardan oluşan ölçme aracında yer alan sorulara ait cevaplar anlama seviyelerine göre sınıflandırılarak nitel bulgular anlama seviyesine uygun olarak puanlanıp nicel verilere dönüştürülmüştür.

* Matrisler, zihinsel modelin özelliği göz önünde bulundurularak, konu ya da kavram için belirlenmiş ve o konuya/kavrama özgü noktalar kapsamında verilen yanıtlara ait anlama düzeylerinin birbirlerinden ayrılmasıyla oluşmaktadır. Bu şekilde modelleme yaparken, Sağlam (2004)’ın “Algılanan Bilgilerin Tipolojisinde Öğrencilerin Zihinsel Modelleri” adlı çalışmasında önerdiği sistemden yararlanılmıştır.

Öğrencilerin yanıtlarının analiz edilmesiyle edinilen anlama düzeylerinden, Durukan (2019)’ un tezinde yer alan, (Kurnaz, 2011)’den yararlanarak geliştirdiği matris kalıpları kullanılmıştır. Bu kalıplarda; 0 (cevapsız bırakma), 1 (yanlış

anlama) ile 2 (alternatif kavram ve bilimsel bilgi içeren anlama) düzeyindeki cevaplar bilimsel olmayan ve 3 (alternatif kavram içermeyen ve bilimsel bilgi içeren sınırlı anlama) ve 4 (bilimsel anlama) düzeyindeki cevaplar ise bilimsel olarak kabul edilmiştir. Bu sistem ile öğrenci cevapları bilimsel içeriğine göre gruplandırılmıştır. Daha sonra soru türleri (kavramsal, ilişkisel ve işlemsel) dikkate alınarak zihinsel modellere ait matris kalıplarına son hali verilmiştir. Bu tez çalışmasında ise sadece kavramsal, ilişkisel ve işlemsel nitelikte sorular yer almaktadır.

Bu çalışmada Durukan'ın (2019) tezinde belirttiği zihinsel model türleri ve bunlarla ilişkili zihinsel model tiplerinden uygun olanlar kullanılmıştır. Tablo 4'de model türleri ile bu model türlerinin altında yer alan zihinsel model tipleri verilmiştir.

Tablo 4

Belirlenen Zihinsel Modeller, Modellere Ait Özellikler ve Zihinsel Model Matrisleri (Durukan, 2019)

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 anlamlar bilimsel niteliktedir.	3 4	3 4	3 4
	Kısmi Bilimsel model	Kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamlar bilimsel yakın niteliktedir.	3 4 3 4 3 4 0	3 4 3 4 0 3 4	0 3 4 3 4 3 4
			3 4	3 4	2 1
			3 4	2 1 0	2 1 0
Sentez/Hibrit Modeller	Teorik model	Tam Teorik model	3 4	3 4	2 1 0
		Kavramsal model	3 4	2 1 0	2 1 0
		İlişkisel model	2 1 0	3 4	2 1 0
		İşlemsel model	2 1 0	2 1 0	3 4
		Kavramsal-İşlemsel model	3 4	2 1 0	3 4
		İlişkisel-İşlemsel model	2 1	3 4	3 4

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

Matris kalıplarının kullanılması: Her bir öğrencinin konu ya da kavram ile ilgili tüm sorulara verdiği cevaplara uygun olan matris kalıbı belirlenmiş (Ek-F), belirlenen matris kalıpları ile öğrenciye ait zihinsel model tespit edilmiştir. 10 sorudan 3'ü kavramsal, 5'i ilişkisel ve 2'si işlemsel soru tipleridir. Örneğin; bir öğrencinin tam bilimsel modelde yer alabilmesi için 10 soruya verdiği cevapların hepsi (3) ya da hepsi (4) ya da (3) ve (4) anlama seviyelerinin kombinasyonundan oluşmalıdır. Yani katılımcı 10 sorudan birine bile (0), (1) ve (2) düzeyinde cevap vermemelidir. Bir başka örnek ise; katılımcı ilişkisel bir modele sahipse, ilişkisel soru türlerinin hepsine (3) veya hepsine (4) veya (3) ve (4) anlama seviyelerinin kombinasyonundan oluşan düzeyde; kavramsal ve işlemsel soru türlerine ise (0), (1) ve (2) düzeyinde cevap vermelidir.

-Tam teorik modelde kavramsal ve ilişkisel soru türlerine ait anlamalar (4) veya (3); işlemsel soru türlerine ait anlamalar ise (0), (1), (2) niteliktedir. Örneğin, bir katılımcının tam teorik modele sahip olduğu varsayıldığında; bu katılımcı kavramsal sorulara (4), (4), (4); işlemsel sorulara (1), (0); ilişkisel sorulara (3), (4), (4), (3), (3) düzeyinde cevap vererek tam teorik modelde yer alır.

-İlişkisel modelde ilişkisel soru türlerine ait anlamalar (4) veya (3); kavramsal ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar (0), (1), (2) niteliktedir. Örneğin, başka bir katılımcının ilişkisel modele sahip olduğunu düşünelim; bu katılımcı kavramsal sorulara (2), (2), (4); işlemsel soru türlerine (2), (0); ilişkisel soru türlerine ise (1), (3), (4), (4), (4) düzeyinde cevaplar vererek ilişkisel modelde yer alır. Bu katılımcı 3 kavramsal sorudan birine (4), 5 ilişkisel soru türünden birine ise (1) düzeyinde cevap vermiştir ve bu istenmeyen bir durumdur fakat bu öğrencinin uyumlu olduğu en genel model ilişkisel modeldir. Tablo 4' teki matris kalıpları zihinsel model belirlemede bu şekilde kullanılmıştır.

Tablo 4'de verilmiş olan zihinsel modeller, modellere ait özelliklerin ne anlamlara geldiği, içeriğinde nelere yer verildiği ise aşağıda açıklanmıştır.

Bilimsel modeller. Bu model çalışmaya katılanların konu/kavram ile ilgili anlamalarının bilimsel bilgilerle uyumlu anlamalar olduğu bir model türüdür.

Tam Bilimsel model: Konu ya da kavram ile ilgili bilimsel bilgilerle uyumlu anlamaların yer aldığı model türüdür. Alan yazında bilimsel model (Vosniadou ve Brewer, 1992) veya ideal model (İyibil, 2010) olarak adlandırılmakta ve tamamen

bilimsel anlamalardan meydana gelmiş olan bu model, bu çalışma sürecinde de Bilimsel Model olarak adlandırılmış ve değerlendirilmiştir.

Kısmi bilimsel model: Konu ya da kavram ile ilgili bilgiler önemli ölçüde bilimsel bilgilerle paralellik gösteren anlamaların olduğu model tipidir. Bu zihinsel model tipinde olan öğrencilerin konu ya da kavrama dayalı bilgileri sınırlı seviyede olmasına rağmen cevaplarında alternatif kavramlara ya da yanlış bilgi ya da anlamalara neden olabilecek bilgileri bulunmamaktadır.

Sentez/Hibrit modeller. Araştırma sırasında ortaya çıkan bilimsel ve bilimsel olmayan bilgi yapılarını içeren zihinsel model türleri sentez/hibrit model türü içinde yer almaktadır. Sentez/hibrit model türleri için bilimsel bilgilerle örtüşme durumu bilimsele yakın olarak ifade edilmiştir fakat bu bilimsellik Kısmi Bilimsel Model'den farklıdır. Sentez/hibrit modellerde alternatif kavramlar ve yanlış anlamalar yer alabilirken, Kısmi Bilimsel Model'de yöneltilen soruların tamamına olmasa bile büyük bir kısmında bilimsel bilgilerle paralel, bilimsel bilgilerle örtüşen cevaplar yer alır. Kısmi Bilimsel Model' de konuyla ilgili kullanılan ifadelerin ya da verilen cevapların arasında alternatif kavram ya da bilimsel olmayan bilgi bulunmaz.

Tam teorik model olarak isimlendirilen model tipinde, öğrencilerin kavramsal ve ilişkisel olarak nitelenen soru türlerine ait anlamaları bilimsel veya bilimsele yakın iken; şematik ve işlemsel olarak nitelenen soru türlerine ait anlamaları bilimsel nitelikte değildir.

Kavramsal Model: Öğrencilerin kavramsal olarak nitelenen soru türlerine ait anlamaları bilimsel veya bilimsele yakın iken; ilişkisel ve işlemsel olarak nitelenen soru türlerine ait anlamaları bilimsel nitelikte olmayan model tipidir.

İlişkisel Model: Öğrencilerin ilişkisel olarak nitelenen soru türlerine ait anlamaları bilimsel veya bilimsele yakın iken; kavramsal ve işlemsel olarak nitelenen soru türlerine ait anlamaları bilimsel nitelikte olmayan model türüdür.

Karma modeller. Öğrencilerin konu/kavram ile ilgili kavramsal-işlemsel-ilşkisel soru türlerine ait anlamaları bilimsel ya da bilimsele yakın nitelikte olan model tipidir.

Kavramsal-İşlemsel Model; öğrencilerin kavramsal ve işlemsel soru türlerine ait anlamaları bilimsel veya bilimsel yakın iken; ilişkisel ve şematik soru türlerine ait anlamaları bilimsel nitelikte değildir

İlişkisel-İşlemsel Model; öğrencilerin ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamaları bilimsel veya bilimsel yakın iken; kavramsal ve şematik soru türlerine ait anlamaları bilimsel nitelikte değildir.

Geçiş modeli olarak isimlendirilen zihinsel model tipinde öğrencilerin konu/kavram ile ilgili kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamaları zayıf bilimsel niteliktedir. Farklı soru türlerine ait birkaç spesifik noktaya yönelik bilimsel veya bilimsel yakın anlamalara sahip olup, belirlenen spesifik noktalara yönelik diğer anlamalarının bilimsel nitelikte olmaması, öğrencinin zayıf bilimsel nitelikte anlamalara sahip olduğu şeklinde kabul edilmiştir.

İlkel modeller. Öğrencilerin konu/kavram ile ilgili bilimsel olmayan ya da zayıf bilimsel nitelikte anlamalara sahip olduğu model türüdür

Temel Model: Öğrencilerin konu /kavram ile ilgili kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamaları zayıf bilimsel niteliktedir. Katılımcı farklı soru türlerine ait birkaç spesifik noktaya yönelik bilimsel veya bilimsel yakın anlamalara sahipken, belirlenen soruya yönelik spesifik nokta/-larda bilimsel nitelikte olmayan ifadeler kullanır. Bu model türünde öğrencinin zayıf bilimsel nitelikte anlamalara sahip olduğu kabul edilmiştir.

Uyumsuz model: Öğrencilerin konu /kavram ile ilgili kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait bilimsel olmayan nitelikteki anlamaları kapsayan model tipidir. Bu model tipi bilimsellik açısından literatürde yer alan İlkel Model'e (Vosniadou ve Brewer, 1992, 1994; Vosniadou, 1994) veya Uyumsuz Model'e (İyibil, 2010) benzediği söylenebilir.

35 öğrencinin kâğıtları incelenerek sorulara verdikleri yazılı açıklamalardan zihinsel modelleri çıkarılmıştır. Her soru için tüm kâğıtlar ayrı ayrı incelenmiştir. Birbirine benzeyen cevaplarla gruplar oluşturulmuştur. Kâğıtlar incelendikçe yeni gruplar oluşmuştur. Başa dönüp sürekli düzenlemeler yapılmıştır. Sonrasında vurgulanan özellikler dikkate alınarak kategorize edilmiştir. Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin konu ile ilgili zihinsel modellerini ortaya koymak olduğu için tüm cevaplar, cevapların doğruluğu gözetilmeksizin sınıflandırılmıştır.

Bölüm 4

Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde tampon çözeltiler konusuyla ilgili katılımcıların genel başarı durumlarını ortaya çıkarmak amacıyla, açık uçlu sorulardan elde edilen verilerin anlama düzeyi belirleme ölçeğine göre ulaşılan nicel analiz bulguları ile katılımcıların verdikleri yanıtlardan ulaşılan bulguları verilmiştir. Çalışmada 35 katılımcının her birine 10 soru yöneltilmiştir. Katılımcıların tamamına sorulan sorulara verilen cevaplar tek tek incelenip gruplandırılmıştır. Oluşturulan gruplar içerisine dâhil edilemeyen cevaplar ise farklı görüş olarak belirtilmiştir.

Tampon Çözeltiler Konusuyla İlgili Zihinsel Modelleri Belirleme Aracına Ait Nicel Analiz Bulguları.

Bu bölümde, tampon çözeltiler konusuyla ilgili hazırlanan ölçme aracına katılımcıların verdikleri yanıtların nitel analizinden elde edilen bulguları tablolar halinde sunulmuş ve bu sorular hakkında yapılan görüşmelerin nitel analiz bulguları her bir soruyla ilgili bulguların ardından tablo olarak verilmiştir.

1. Sorunun Değerlendirilmesi.

“Tampon çözelti nedir?” sorusu katılımcılara yöneltildiğinde bazı katılımcıların tampon çözeltinin tanımını yapamadığı ve başka kavramlar üzerinden dolaylı açıklama yapma ihtiyacı duyduğu görülmüştür. Tablo 5’de katılımcıların 1. soruya vermiş oldukları cevapların anlama düzeylerine göre dağılımları görülmektedir.

Tablo 5

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 1. Sorusuna Ait Nicel Bulgular

Seviye	f	%
Seviye [0]	-	-
Seviye [1]	13	37,14
Seviye [2]	3	8,57
Seviye [3]	9	25,72
Seviye [4]	10	28,57
Toplam	35	100

Tablo 5’de, ölçme aracının 1. sorusu ile ilgili nicel analiz bulguları yer almaktadır. Tablo 5’de incelendiğinde 35 katılımcının da soruya cevap verdikleri

görülmektedir. 13 katılımcı da “Ö2” gibi bilimsel bilgilerle paralel ancak yanlış bilgiler içeren cevaplar vermiş, 9 katılımcı, “Ö21” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik cevaplar vermiştir. 10 katılımcı ise “Ö27” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu cevaplar vermiştir.

Birinci soru için verilen yanıtların araştırmacılar tarafından değerlendirilmesi sonucunda elde edilen görüşler 7 temada toplanmış ve katılımcıların 1. soruda oluşan temalardaki yüzde ve frekansları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6

Birinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları

Tema Sayısı	Temalar	f	%
1	pH’ı değişmeyen çözelti	6	17,14
2	Konjuge asit baz çiftinden oluşan sulu çözelti	10	28,57
3	pH değişimini engelleyen çözelti (pH’ı sabit tutan çözelti)	9	25,72
4	pH düzenleyici çözelti	2	5,72
5	Kuvvetli asit ve kuvvetli bazlardan oluşan çözelti	2	5,72
6	Dengeye nötralleşme yönünde etki eden çözelti	1	2,85
7	İlgisiz kavramlar	5	14,28
Toplam		35	100

Her bir temaya ait cevapların hangi anlama seviyesine karşılık geldiği de irdelenerek Tablo 7’ da belirtilmiştir.

Tablo 7

Birinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri

Seviye	Temalar
Seviye [0]	İlgisiz kavramlar
Seviye [1]	Dengeye nötralleşme yönünde etki eden çözelti, kuvvetli asit ve kuvvetli bazlardan oluşan çözelti
Seviye [2]	pH’ı değişmeyen çözelti, pH düzenleyici çözelti
Seviye [3]	pH değişimini engelleyen çözelti (pH’ı sabit tutan çözelti)
Seviye [4]	Konjuge asit baz çiftinden oluşan sulu çözelti

pH’ı değişmeyen çözelti: Tampon çözeltinin, pH’ı değişmeyen çözelti olduğunu ifade edecek şekilde açıklama yapan katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevap örnekleri aşağıda verilmiştir.

- Ö2:** *pH'sı bellidir ve su veya biraz asit ya da baz ilavesiyle pH'sı değişmeyen çözeltilerdir.*
- Ö5:** *Zayıf bir asit ve konjuge bazını veya zayıf ve konjuge asit içeren bir çözeltilerdir. Zayıf bir asit olan HA çözeltisi ile NaA çözeltisi karıştırılarak tampon çözelti hazırlanır. Az miktarda asit veya baz eklenmesi ile ya da seyretmekle pH değeri değişmeyen çözeltilere denir.*
- Ö6:** *pH'ı belli olan seyretmeye ve az miktarda kuvvetli asit veya baz ilavesi sonucu pH sı değişmeyen çözeltilere tampon çözeltiler denir.*
- Ö17:** *pH'ı belli olan zayıf bir asit ve konjüge bazını veya zayıf baz ve konjüge asidini içeren çözeltilere denir. Tampon çözeltiler diğer çözeltilerde pH değişmeyen çözeltilerde denir. pH değişimini engellemek için kullanılır.*

Konjuge asit baz çiftinden oluşan sulu çözelti: Tampon çözeltinin, konjuge asit baz çiftinden oluşan sulu çözelti olduğunu ifade edecek şekilde açıklama yapan katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevap örnekleri aşağıda verilmiştir.

- Ö1:** *Zayıf asit ve konjuge bazın veya zayıf baz konjuge asidin karşımından oluşan sulu çözeltilerdir.*
- Ö21:** *Zayıf asit ve konjüge bazın veya zayıf baz ve konjüge asitin karşımından oluşan sulu çözeltilerdir. Asit veya baz eklendiğinde pH değişimi çok az olur.*
- Ö33:** *Zayıf asit ve konjüge bazın yada zayıf baz ve konjüge asitten oluşan sulu çözeltilerdir. Çünkü güçlü asit veya baz eklendiğinde pH değişimi çok az olur.*

pH değişimini engelleyen çözelti (pH'ı sabit tutan çözelti): Tampon çözeltinin, pH değişimini engelleyen çözelti (pH'ı sabit tutan çözelti) olduğunu ifade edecek şekilde açıklama yapan katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevaplara ait birkaç örnek aşağıda verilmiştir.

- Ö1** *Zayıf asit ve konjuge bazın veya zayıf baz konjuge asidin karşımından oluşan sulu çözeltilerdir. Bulundukları çözeltilerde fazla pH değişimini engeller.*
- Ö15** *Zayıf bir asit ve onun konjuge bazını ya da zayıf bir baz ve onun konjüge asidini içerir. Ortamda pH değişikliğine karşı direnç gösteren çözeltilerdir.*

Ö16 Konjüge asit veya baz çiftleri ve normal asit bazlardan oluşur. Bunun nedeni ise bu maddelerin bulunduğu ortamda güçlü asit baz eklendiğinde çözeltide oluşacak olan pH değişimini engellemektir.

Ö17 pH'ı belli olan zayıf bir asit ve konjüge bazını veya zayıf baz ve konjüge asidini içeren çözeltilere denir. Tampon çözeltiler diğer çözeltilerde pH değişmeyen çözeltilerde denir. pH değişimini engellemek için kullanılır.

Ö20 Zayıf bir asit ile asidin eşlenik bazı ya da zayıf bir baz ile bazın eşlenik asidinden oluşan çözeltilerdir. Asit ve bazlara karşı direnç gösteren içerisinde bulunduğu çözeltiye asit, baz eklendiğinde pH değeri çok değişmeyen çözeltilerdir.

pH düzenleyici çözelti: Tampon çözeltinin, pH düzenleyici çözelti olduğunu ifade edecek şekilde açıklama yapan katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevaplar aşağıdaki gibidir.

Ö10 Tampon çözeltiler ortamın pH' ını dengeler ve düzenler.

Ö31 Zayıf asit, zayıf baz, konjüge baz, konjüge asit pH düzenlemek için kullanılır.

Kuvvetli asit ve kuvvetli bazdan oluşan çözelti: Tampon çözeltinin, kuvvetli asit ve kuvvetli bazdan oluşan çözelti olduğunu ifade edecek şekilde açıklama yapan katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevaplara ait örnekler aşağıda verilmiştir.

Ö31 Kuvvetli asit ve kuvvetli baz çifti tampon çözeltilerdir.

NH₃/NH₄Cl tampondur zayıf baz-konjüge asit.

Ö28 Sulu çözeltilerinde kuvvetli asit ve kuvvetli bazlar gibi tamamen iyonlarına ayrılmayan maddelerden oluşurlar.

Dengeye nötralleşme yönünde etki eden çözelti: Tampon çözeltinin, dengeye nötralleşme yönünde etki eden çözelti olduğunu ifade edecek şekilde açıklama yapan katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevaplara ait örnekler aşağıda verilmiştir.

Ö11 Tampon çözeltiler dengeye nötralleşme yönünde etki eden çözeltilerdir.

2. Sorunun Değerlendirilmesi.

“Tampon çözeltiler dendiğinde hangi tür maddeler aklınıza gelir?” sorusu katılımcılara yöneltildiğinde bu soruya verilen cevaplarda farklı görüşler olduğu görülmüştür. Tablo 8’de katılımcıların ikinci soruya vermiş oldukları cevapların anlama seviyelerine göre dağılımlarına ait yüzde ve frekansları görülmektedir.

Tablo 8

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 2. Sorusuna Ait Nicel Bulgular

Seviye	f	%
Seviye [0]	2	5,72
Seviye [1]	1	2,85
Seviye [2]	12	34,28
Seviye [3]	4	11,43
Seviye [4]	16	45,72
Toplam	35	100

Tablo 8’de, ölçme aracının ikinci sorusu ile ilgili nicel analiz bulguları yer almaktadır. Tablo 8 incelendiğinde 1 katılımcı soruya tamamen yanlış cevap vermiştir. 12 katılımcı ise “Ö2” gibi soruya bilimsel bilgilerle uyuşmayan cevaplar vermiştir. 2 katılımcı de “Ö29” gibi bilimsel bilgilerden uzak, anlamsız cevaplar vermiş, 4 katılımcı de “Ö5” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik cevaplar vermiştir. 16 katılımcı ise “Ö28” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu cevaplar vermiştir.

2. soru için verilen yanıtlar 6 temada toplanmıştır. Her bir temaya ait yüzde ve frekans değerleri Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9

İkinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları

Tema Sayısı	Temalar	f	%
1	Konjüge asit ve baz çiftlerinden	16	45,72
2	Zayıf asitler, bazlar ve bunların tuzları	4	11,43
3	Normal asit bazlardan	2	5,72
4	Zayıf asit ve baz tuzlarından	11	31,43
5	Asit tuzu veya baz tuzundan	1	2,85
6	Kuvvetli asit ve kuvvetli bazlar gibi tamamen iyonlarına ayrıışmayan maddelerden	1	2,85
Toplam		35	100

Her bir temanın hangi anlama seviyesine karşılık geldiği Tablo 10'da belirtilmiştir.

Tablo 10

İkinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri

Seviye	Temaları
Seviye [0]	Normal asit-bazlardan
Seviye [1]	Kuvvetli asit ve kuvvetli bazlar gibi tamamen iyonlarına ayrıışmayan maddelerden
Seviye [2]	Asit tuzu veya baz tuzundan, Zayıf asit ve baz tuzlarından
Seviye [3]	Zayıf asitler, bazlar ve bunların tuzları
Seviye [4]	Konjüge asit ve baz çiftlerinden

Konjüge asit ve baz çiftlerinden: Tampon çözelti dendiğinde hangi tür maddeler aklınıza gelir sorusunu, konjuge asit ve baz çiftlerinden oluşan çözeltidir şeklinde cevaplayan katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevaplara ait bazı örnekler aşağıda sıralanmıştır.

Ö1 *Tampon çözelti konjüge asit ve baz çiftlerinden oluşur. Tampon çözeltinin bulunduğu ortama asit ve baz eklendiğinde büyük pH değişimi engellemek için kullanılır. Ani pH değişimi yaşanmaması için.*

Ö4 *Zayıf asit ve konjüge baz veya zayıf baz ve konjüge asit gibi maddelerden oluşur. pH'ın büyük değişimini engeller.*

Ö5 Tampon çözeltiler zayıf asit veya konjüge bazın veya zayıf baz ve konjüge asitin karışımından oluşur. Tampon çözeltiye küçük veya orta miktarda güçlü baz ve asit eklendiğinde pH değişimi çok az olur. Bu nedenle çözeltilerde pH değişimini engellemek için kullanılır.

Ö16 Konjüge asit ve baz çiftlerinden oluşur. Bunun nedeni ise bu maddelere güçlü asit-baz eklendiğinde çözeltide oluşacak olan pH değişimini engellemektir. Çünkü bu çözeltilerin bulunduğu ortamda ilave edilen maddelerin etkisini yok edecek ya da azaltacak türler vardır.

Ö28 Sulu çözeltilerinde kuvvetli asit ve kuvvetli bazlar gibi tamamen iyonlarına ayrılmayan maddelerden oluşurlar. Bu iyonlar denge yapar. Eklenen asitin ya da bazın etkisiyle savaşıır.

Ö29 Asit ve konjüge bazı
baz ve konjüge asiti

Tampon çözeltiler ortamın pH'ını korumak için yapılır.

Asitler bazlar ve bunların tuzları: Tampon çözelti dendiğinde hangi tür maddeler aklınıza gelir sorusunu, asitler bazlar ve bunların tuzlarından oluşan çözelti olduğunu ifade eden katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevaplara ait örnekler aşağıda verilmiştir.

Ö8 Asit ve bazlardan

Ö13 Asitler bazlar ve bunların tuzları tampon çözelti oluşturur. Az miktarda kuvvetli asit ya da kuvvetli baz ilavesi ile ortamın pH'sını sabit kalır.

Ö26 Asit tuzu veya baz tuzundan oluşur.

Normal asit ve bazlardan: Tampon çözelti dendiğinde hangi tür maddeler aklınıza gelir sorusunu, normal asit ve bazlardan oluşan çözelti şeklinde ifade eden katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevaplara ait örneklerden birkaçı aşağıda verilmiştir.

Ö6 Tampon çözeltiler bir asit ya da baz eşlendikten sonra belirlenen bir pH değerine yakın tutmak için kullanılan zayıf asit veya baz. Tampon maddeler değişken özelliklere sahiptir. Bazıları diğerlerinden daha fazla çözünebilir. Asitte olabilir baz da olabilir.

Ö16 Normal asit bazlardan oluşur. Bunun nedeni ise bu maddelere güçlü asit-baz eklendiğinde çözeltide oluşacak olan pH değişimini engellemektir.

Zayıf asit ve baz tuzlarından: Tampon çözelti dendiğinde hangi tür maddeler aklınıza gelir sorusunu, zayıf asitler ve bazlardan oluşan çözelti olduğunu ifade eden katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevap örnekleri aşağıda verilmiştir.

- Ö5** *Tampon çözeltiler zayıf asit veya baz ve tuzlarının karışımından oluşur. Tampon çözeltiye küçük veya orta miktarda güçlü baz ve asit eklendiğinde pH değişimi çok az olur. Ve bu nedenle çözeltilerde pH değişimini engellemek için kullanılır.*
- Ö6** *Tampon çözeltiler bir asit ya da baz eşlendikten sonra belirlenen bir pH değerine yakın tutmak için kullanılan zayıf asit veya baz tuzlarıdır. Tampon maddeler değişken özelliklere sahiptir. Bazıları diğerlerinden daha fazla çözünebilir. Asitte olabilir baz da olabilir.*
- Ö9** *Zayıf asit tuzu veya zayıf baz tuzundan oluşur. Kuvvetli asit veya kuvvetli baz olsaydı reaksiyonda tamamen tükenirdi. Tampon çözeltilerde türlerin tamamen bitmesini istemeyiz. Denge reaksiyonlarının etkisinin olması gerekiyor.*
- Ö19** *Bir zayıf asit ile onun eşlenik bazı veya bir zayıf baz ile onun eşlenik asidinden oluşabilir. Birbirlerini nötrleştirmemeleri için bu gerekir.*
- Ö23** *Zayıf asit ve bazlar kullanılarak elde edilir. Çünkü kendileri ile karıştırılan bir başka çözeltinin pH değerini sabit tutmasına yardımcı olmak için kullanılır.*

Asit tuzu veya baz tuzundan: Tampon çözelti dendiğinde hangi tür maddeler aklınıza gelir sorusunu, asit tuzu veya baz tuzudur şeklinde ifade eden katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevaplara örnekler aşağıda verilmiştir

- Ö26** *Asit tuzu veya baz tuzundan oluşur.*

Kuvvetli asit ve kuvvetli bazlar gibi tamamen iyonlarına ayrılmayan maddelerden: Tampon çözelti dendiğinde hangi tür maddeler aklınıza gelir sorusunu, kuvvetli asit ve kuvvetli bazlar gibi tamamen iyonlarına ayrılmayan maddelerden oluşan çözelti olduğunu ifade eden katılımcılar bu grupta yer almıştır. Bu gruba giren cevap örnekleri aşağıdaki gibidir.

- Ö28** *Sulu çözeltilerinde kuvvetli asit ve kuvvetli bazlar gibi tamamen iyonlarına ayrılmayan maddelerden oluşurlar.*

3. Sorunun Değerlendirilmesi.

“Kimyasal denge ve tampon çözeltilerdeki denge arasında bir ilişki var mıdır?” sorusu katılımcılara yöneltildiğinde bu soruya öğrencilerin farklı cevaplar verdikleri görülmüştür. Üçüncü soruya verilen cevapların anlama seviyelerine göre dağılımları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 3. Sorusuna Ait Nicel Bulgular

Seviye	f	%
Seviye [0]	6	17,14
Seviye [1]	13	37,14
Seviye [2]	1	2,86
Seviye [3]	5	14,28
Seviye [4]	10	28,58
Toplam	35	100

Tablo 11’de, ölçme aracının 3. sorusu ile ilgili nicel analiz bulguları yer almaktadır. Tablo 11’den anlaşıldığı üzere 6 katılımcı (0) düzeyinde anlamaya sahiptir. 13 katılımcı ise “Ö14” gibi soruya bilimsel bilgilerle uyuşmayan cevaplar vermiştir. 1 katılımcı de “Ö28” gibi bilimsel bilgilerle paralel ancak yanlış bilgiler içeren cevaplar vermiş, 5 katılımcı de “Ö1” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik cevaplar vermiştir. 10 katılımcı ise “Ö19” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu cevaplar vermiştir.

3. soru için verilen yanıtlardan elde edilen cevaplar üç temada toplanmıştır. Bu temalara ait yüzde ve frekans dağılımları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12

Üçüncü Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları

Tema Sayısı	Temalar	f	%
1	Denge tepkimesidir.	15	42,85
2	Denge tepkimesi değildir.	14	40
3	Cevapsız	6	17,15
Toplam		35	100

Her bir temaya ait cevapların hangi anlama seviyesine karşılık geldiği Tablo 13' de belirtilmiştir.

Tablo 13

Üçüncü Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri

Seviye	Yanıtların Temaları
Seviye [0]	Cevapsız
Seviye [1]	Denge tepkimesi değildir
Seviye [2]	Denge tepkimesidir (sadece “evet, vardır” denmiş)
Seviye [3]	Denge tepkimesidir (sadece ileri ve geri yönlü tepkime sistemi örnek verilmiş)
Seviye [4]	Denge tepkimesidir (bilimsel bilgilerle açıklanmış)

Denge tepkimesidir: Kimyasal denge ve tampon çözeltilerdeki denge arasında bir ilişki var mıdır? Sorusuna denge tepkimesidir şeklinde cevap veren öğrencilerin yanıtları aşağıda verilmiştir.

- Ö1** *Tampon çözelti de konjüge asit ve baz çiftleri ve eklenen asit ve bazlar birbiriyle etkileşime geçerek bir denge oluşumunu sağlarlar. Buradaki denge pH ani değişmesini önlemek içindir. Yani Tampon çözelti eklenen çözelti içerisinde bir kimyasal dengeye sebep olur.*
- Ö2** *Var; Tampon çözelti de zayıf bir asit veya zayıf bir baz olacağı için kimyasal denge deki gibi ürün/giren şeklinde denge hesaplanır.*
- Ö3** *Kimyasal denge iki yönlüdür. Tampon çözeltiler zayıf asit baz ve onu tuzunu içerdiği için bu çözelti tepkimelerde denge söz konusudur ve ortak iyon etkisi dengeyi etkileyen faktör olduğu için bir ilişki vardır diye düşünüyorum.*
- Ö4** *Kimyasal denge ile tampon çözeltiler arasında ilişki vardır. Dengede sürekli bir değişim vardır. Tampon çözeltilerde pH değişimi olduğu için denge ile ilişkisi vardır.*
- Ö7** *Çözeltiye azda olsa asit ve baz eklenince konsantrasyon azda olsa değişir. Bu da pH'yı etkiler. Tepkime dengesinde küçük de olsa bir değişim olur.*
- Ö9** *Evet vardır Tampon çözelti den gelen zayıf türler denge reaksiyonları etki yapar, ortak iyon gibi, buradan da türlerin derişimi artar veya azalır denilip,*

ihmaller yapılır.

- Ö12** Bir zayıf asit ve tuzunun oluşturduğu tampon çözeltiye asit eklersek denge değişir, buna Le Chatelier ilkesi denir.
- Ö15** Vardır; Çünkü girenler ve ürünler tarafından artan madde miktarından dolayı, sistem dengelemek için artanı azaltmak için ters yönde ilerler. Tampon çözeltilerde de örneğin sistemi kuvvetli bir asit ilavesi ile H^+ derişimi arttırarak, dengenin yönünü değiştirebiliriz.
- Ö21** Kimyasal denge açmak iki yönlü gerçekleşen tepkimedir; ileri ve geri yönde. Madde tükenme gerçekleşmez. Sıcaklık sabittir ileri hız geri hıza eşittir.
- Ö24** Kimyasal denge reaksiyonun dengesini gösterir. Bu dengeye müdahale olduğunda denge değişir, dengenin değişmesini önlemek için kullanılan tampon çözelti ise dengeye derişim açısından etki ederek değişime ters yönde Tepki göstererek dengeyi sabitlemeye yardımcı olur.
- Ö26** Tampon çözelti artan pH değişmemesi için ters yönde etki yapar. Denge korunumu sağlanır.
- Ö31** Vardır. İkisinde de ileri ve geri yönlü tepkime vardır.

Denge yoktur: Kimyasal denge ve tampon çözeltilerdeki denge arasında bir ilişki var mıdır? sorusuna denge yoktur şeklinde cevap veren öğrencilerin yanıtları aşağıda verilmiştir.

- Ö11** Tampon çözeltiler dengeye nötralleşme yönünde etki eder.
- Ö13** Yoktur.
- Ö16** Yoktur Çünkü tampon çözeltilerde amaç pH'ı sabit tutmak en kimyasal denge de sabit tutulmak istenen hızdır.

4. Sorunun Değerlendirilmesi.

“Tampon çözeltiler ile ilgili aşağıda verilen önermeler hakkındaki düşüncelerini yazar mısın?

Tampon çözeltiler;

* Asidiktir; çünkü...

* Baziktir; çünkü...

* Nötraldir; çünkü...”

sorusu katılımcılara yöneltildiğinde farklı şekilde yorumlayıp cevap verdikleri görülmektedir. Öğrencilerin bu soruya vermiş oldukları cevapların anlama düzeylerine göre dağılımları Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 4. Sorusuna Ait Nicel Bulguları

Seviye	f	%
Seviye [0]	3	8,57
Seviye [1]	5	14,28
Seviye [2]	17	48,57
Seviye [3]	4	11,43
Seviye [4]	6	17,15
Toplam	35	100

4. soru için verilen yanıtlardan elde edilen cevaplar altı temada toplanmıştır. Temalara verdikleri cevapların yüzde ve frekansları Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15

Dördüncü Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları

Tema Sayısı	Temalar	f	%
1	Nötraldir	8	22,85
2	Ortamdaki türlere bağlı	2	5,72
3	Nötral değildir	8	22,85
4	Eklenen türün gücü	2	5,72
5	Asidik, bazik ya da nötral olabilir	9	25,72
6	Cevapsız	6	17,14
Toplam		35	100

Her bir temaya ait cevapların hangi anlama seviyesine karşılık geldiği Tablo 16'da belirtilmiştir.

Tablo 16

Dördüncü Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri

Seviye	Temalar
Seviye [0]	Cevapsız
Seviye [1]	Nötraldir. Eklenen türün gücü
Seviye [2]	Nötral değildir
Seviye [3]	Asidik ya da bazik olabilir
Seviye [4]	Ortamdaki türlere bağlıdır

Nötraldir: Tampon çözeltiler ile ilgili aşağıda verilen önermeler hakkındaki düşüncelerini yazar mısın? “Tampon çözeltiler; Asidiktir; çünkü...; Baziktir; çünkü...; Nötraldir; çünkü...” sorusuna nötraldir şeklinde cevap veren öğrencilerin cevapları aşağıda verilmiştir.

Ö5 *Nötraldir.*

Ö10 *Nötral bir nokta. Çünkü zayıf asit ve konjüge baz ya da zayıf baz ve asit tepkimeye girdiği için tampon çözeltilerin bulunduğu ortam nötraldir.*

Ö11 *Tampon çözeltiler nötraldir. Çünkü tepkimeye karşı çift etki göstererek dengeye gelmesini sağlar.*

Ö20 *Tampon çözeltiler asidiktir. Çünkü yapılarında zayıf asit ve eşlenik asit tuzu bulunmaktadır.*

Tampon çözeltiler baziktir. Çünkü yapılarında zayıf baz, eşlenik baz tuzu bulunmaktadır.

Tampon çözeltiler nötrdür. Yapılarında hem asit hem baz içermektedirler.

Ö22 *Nötraldir, asit ve konjüge bazından veya baz ve konjüge asidinden oluştuğu için.*

Ö27 *Zayıf asit ya da zayıf baz olsa da onun konjugesi ile olduğu için nötr olduğunu düşünüyorum.*

Ö31 *Nötraldir. Çünkü asit baz tepkimeleri sonucunda oluşur pH değeri sabitlenir.*

Ortamdaki türlere bağlıdır: Tampon çözeltiler ile ilgili aşağıda verilen önermeler hakkındaki düşüncelerini yazar mısın? “Tampon çözeltiler; Asidiktir; çünkü...; Baziktir; çünkü...; Nötraldir; çünkü...” sorusuna kuvvetli türe bağlıdır şeklinde cevap veren öğrencilerin cevapları aşağıda verilmiştir.

Ö3 *Asidik, bazik ya da nötral olabilir. Zayıf asit ve onun tuzdan oluşursa asidik olabilir. Zayıf baz ve tuzundan oluşursa bazik olabilir.*

Ö16 *Tampon çözeltiler asidik bazik ya da nötral olabilir. Tamponlama kapasiteleri vardır. Örneğin $\text{HCOOH}/\text{HCOONa}$ asidik tampondur.*

Nötral değildir: Tampon çözeltiler ile ilgili aşağıda verilen önermeler hakkındaki düşüncelerini yazar mısın? “Tampon çözeltiler; Asidiktir; çünkü...; Baziktir; çünkü...; Nötraldir; çünkü...” sorusuna nötral değildir şeklinde cevap veren öğrencilerin cevapları aşağıda verilmiştir.

Ö6 *Asidik de olabilir, bazik de olabilir ama nötral değildir. Çünkü çözeltiliye eklediğinizde çözeltide az miktarda pH değişimi oluyorsa ya asit ya da baz olur. Nötr olmaz.*

Ö9 *Tampon çözeltilerin bulunduğu ortam asidik veya bazik olabilir. Çünkü ancak bunlara bir etkisi olabilir tampon çözeltilerin, nötral çözeltilerde ise etkileyeceği bir değer olmadığı için böyle ortamlarda kullanılmaz.*

Ö19 *Nötral değildir. Asidik ya da bazik olabilir.*

Ö30 *Konjüge olan tür asit ise asidik, bazik ise baziktir ama nötral olamaz çünkü türün biri her zaman zayıf asit veya zayıf baz olacaktır.*

Eklenen türün gücü: Tampon çözeltiler ile ilgili aşağıda verilen önermeler hakkındaki düşüncelerini yazar mısın? “Tampon çözeltiler; Asidiktir; çünkü...; Baziktir; çünkü...; Nötraldir; çünkü...” sorusuna eklenen türün gücüne bağlıdır şeklinde cevap veren öğrencilerin cevapları aşağıda verilmiştir.

Ö16 *Güçlü asitten eklendiği ortamda ortam asidik, güçlü bazın eklendiği ortamda ortam bazik, zayıf asit ve bazın eklendiği ortamda ortam nötraldir.*

Ö24 *Kullanılan tampon çözelti neye göre değişir. Ortamın asitliğini kullanılan kuvvetli asit veya kuvvetli baz belirler. Tampon çözelti sadece dengeyi korur.*

Asidik ya da bazik olabilir: Tampon çözeltiler ile ilgili aşağıda verilen önermeler hakkındaki düşüncelerini yazar mısınız? “Tampon çözeltiler; Asidiktir; çünkü...; Baziktir; çünkü...; Nötraldir; çünkü...” sorusuna asidik, ya da bazik olabilir şeklinde cevap veren öğrencilerin cevapları aşağıda verilmiştir.

- Ö1** Tampon çözeltiler pH belli olan çözeltiler. Konjüge asit ve baz çiftlerinden oluşurlar. O yüzden de asidik ya da bazik olabilirler. Ortamına göre ortamın pH' ı değişir.
- Ö2** Bu bizim istediğimiz pH' a bağlı yani zayıf bir asit ile onun eşlenik bazını koyarsak ortam bazik veya zayıf bir baz ve onun eşlenik asidini koyarsak ortam asidik olur, molarite de etkilidir.
- Ö14** Asidiktir; çünkü... bazik bir ortamın pH'sını istenilen duruma ayarlamak için kullanılır.
Baziktir; çünkü... asidik bir ortamın pH'sını istenilen duruma ayarlamak için kullanılır.
Nötraldir; çünkü...
- Ö28** Çözeltinin yapıldığı madde zayıf asit ise asidik, zayıf baz ise baziktir.
- Ö29** Zayıf asit ve konjüge bazından oluşursa çözelti asidiktir baz ve konjüge asitten oluşursa çözelti baziktir tampon çözeltileri asit ya da baz eklenmesi pH çok fazla değiştirmez.
- Ö35** Eğer zayıf asit varsa asit, zayıf baz varsa bazdır.
- Ö23** Asit ve onun konjüge bazı ile hazırladığınız bir tampon ortamı asidik, zayıf baz ve konjüge bir asidi ile ortam hazırladıysak bazik olur.
- Ö26** Asit tuzu ya da baz tuzu olmasına bağlıdır. Çünkü tampon çözeltiler pH değerini değiştirmemek için ters yönde tepkime verir. Tampon çözeltinin hangi tuzdan oluştuğuna göre değişir.
- Ö32** Tampon çözeltiler asidik tampon, bazik tampon olabilir. Asidik veya bazik tampon olmaz tamamen. Tampon çözelti hangi kimyasal ile oluşturduğunuza bağlıdır.

5. Sorunun Değerlendirilmesi.

“Bir tampon çözeltisinin bulunduğu çözeltideki fonksiyonunun ne olduğunu düşünüyorsun, örnekle açıklar mısın?” sorusu katılımcılara yöneltildiğinde kavramlarda farklılıklar olduğu görülmüştür. Öğrencilerin vermiş oldukları cevapların anlama düzeylerine göre dağılımı Tablo 17’de görülmektedir.

Tablo 17

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 5. Sorusuna Ait Nicel Bulgular

Seviye	f	%
Seviye [0]	11	31,42
Seviye [1]	12	34,28
Seviye [2]	5	14,29
Seviye [3]	1	2,86
Seviye [4]	6	17,15
Toplam	35	100

Tablo 17’de, ölçme aracının 5. sorusu ile ilgili nicel analiz bulguları yer almaktadır. Tablo 16’dan anlaşıldığı üzere 11 katılımcı soruya cevap vermemiştir. 12 katılımcı ise “Ö10” gibi soruya bilimsel bilgilerle uyuşmayan cevaplar vermiştir. 5 katılımcı de “Ö20” gibi bilimsel bilgilerle paralel ancak yanlış bilgiler içeren cevaplar vermiş, 1 katılımcı de “Ö33” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik cevaplar vermiştir. 6 katılımcı ise “Ö6” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu cevaplar vermiştir.

5. soru için verilen yanıtlardan ve ölçme aracından elde edilen temalar 4 grupta toplanmıştır (Tablo 17). Bu gruptaki cevaplar bilimsel açıklamaya daha uygun cevaplardır. Diğer cevaplarda katılımcılar daha çok tampon çözeltinin tanımını yapma yoluna gitmişlerdir.

“Bir tampon çözeltisinin bulunduğu çözeltideki fonksiyonunun ne olduğunu düşünüyorsun, örnekle açıklar mısın?” sorusuna katılımcıların verdikleri cevapların sayısal dağılımı Tablo 18’de gösterilmektedir.

Tablo 18

Beşinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları

Tema Sayısı	Temalar	f	%
1	Dışarıdan ortamın asitliğini değiştirecek türlerin etkisini yok eder	7	20
2	Tampon çözeltilerin tanımını yapma	5	14,28
3	Cevapsız.	11	31,43
4	Yanlış Cevaplar	12	34,29
Toplam		35	100

Her bir temaya ait cevapların hangi anlama seviyesine karşılık geldiği Tablo 19' da belirtilmiştir.

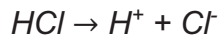
Tablo 19

Beşinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri

Seviye	Temalar
Seviye [0]	Cevapsız
Seviye [1]	-
Seviye [2]	Tampon çözeltilerin tanımını yapma
Seviye [3]	Dışarıdan ortamın asitliğini değiştirecek türlerin etkisini yok eder
Seviye [4]	-

Dışarıdan ortamın asitliğini değiştirecek türlerin etkisini yok eder: Bir tampon çözeltisinin bulunduğu çözeltideki fonksiyonunun ne olduğunu düşünüyorsun, örnekle açıklar mısın? sorusuna dışarıdan ortamın asitliğini değiştirecek türlerin etkisini yok eder şeklinde cevap veren öğrencilerin cevapları aşağıda verilmiştir.

Ö1 $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$; Tampon çözeltiye asit eklersek



NH_3 çözelti derişimi eklenen asit kadar azalır. NH_4^+ eklenen asit kadar artar. pH değişimi dengededir.

Tampon çözelti dengeye etki ederek ani pH değişimini engeller.

Ö24 $CH_3COOH \leftrightarrow CH_3COO^- + H^+$

Ortama asidik madde eklenirse tepkime girenlere kayar ortama başka madde eklenirse ürünlere kayar. Burada Tampon çözelti $[H^+]$ derişimini korumak için faaliyet gösterir.

Ö33 $NH_3 - NH_4Cl$ ortamı olsun. Üstüne bir asit eklediğinde baz devreye giriyor. Amonyak nötrleşme yaparak pH'ı belli aralıkta kalmasını sağlıyor. Baz dökersen tuz devreye giriyor NH_4^+ ortamın pH'ını dengeliyor.

6. Sorunun Değerlendirilmesi.

“Tampon çözeltisindeki denge statik midir? Dinamik midir? neden?” sorusu katılımcılara yöneltildiğinde verilen cevaplarda farklılıklar olduğu görülmüştür. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevapların anlama düzeylerine göre dağılımları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 6. Sorusuna Ait Nicel Bulgular

Seviye	f	%
Seviye [0]	10	28,57
Seviye [1]	12	34,28
Seviye [2]	2	5,71
Seviye [3]	10	28,58
Seviye [4]	1	2,86
Toplam	35	100

6. soru için verilen yanıtlardan ve ölçme aracından elde edilen temalar 3 grupta toplanmıştır. “Tampon çözeltisindeki denge statik midir? Dinamik midir? Neden?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevapların sayısal dağılımı Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21

Altıncı Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları

Tema Sayısı	Temalar	f	%
1	Statik	12	34,28
2	Dinamik	13	37,14
3	Cevapsız	10	28,58
Toplam		35	100

Her bir temaya ait cevapların hangi anlama seviyesine karşılık geldiği Tablo 22’ de belirtilmiştir.

Tablo 22

Altıncı Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri

Seviye	Temalar
Seviye [0]	Cevapsız
Seviye [1]	Statik
Seviye [2]	-
Seviye [3]	-
Seviye [4]	Dinamik

Statik: Tampon çözeltisindeki denge statik midir? Dinamik midir? Neden?” sorusuna statiktir şeklinde cevap veren öğrencilerin vermiş oldukları örnek cevaplar aşağıda verilmiştir.

- Ö1** *Tampon çözeltielerde asit baz eklendiğinde o an için denge kuruluncaya kadar dinamik bir denge vardır. Daha sonra durağanlaşır.*
- Ö3** *pH’ın sabit kalmasını istediğimiz için durağan olabilir.*
- Ö4** *Bence statiktir; bir asit veya baz eklendiğinde pH değişimi az olur.*
- Ö5** *Statik dengenedir.*
- Ö6** *Statiktir çünkü pH çok az değişiyor.*
- Ö7** *Tampon çözeltielerde denge durağandır.*
- Ö16** *Statiktir çünkü dengeye ulaştıktan sonra oynama yapmaz.*
- Ö24** *Ortama yabancı maddeden aşırı eklenmese denge korunur yani statiktir. Amaç çözeltideki denge değişimini engellemektir*

- Ö25** Ortama yabancı maddeden aşırı eklenmese denge korunur yani statiktir. Amaç çözeltideki denge değişimini engellemektir.
- Ö29** Denge statiktir Çünkü tampon çözeltilerde pH asit veya baz eklenmesine göre tamamen sabit kalır ya da fazla değişmez.
- Ö32** Tampon çözeltilerde denge statiktir.
- Ö34** Statiktir.

Dinamik: Tampon çözeltisindeki denge statik midir? Dinamik midir? Neden?" sorusuna dinamiktir şeklinde cevap veren öğrencilerin vermiş oldukları örnek cevaplar aşağıda verilmiştir.

- Ö8** Hayır, çift yönlü gerçekleşir.
- Ö9** Dinamiktir çünkü zayıf türler kullanılır. Zayıf türlerde denge reaksiyonu dinamiktir.
- Ö13** Dinamiktir. Ortama eklediğimiz asit baz ilavesine göre değişiklik gösterir.
- Ö15** Dinamik denge vardır. Çünkü bir tarafta ürün oluşumu artarken dengelemek için sistem ters yöne kayar. Bu denge sürekli devam eder.
- Ö17** Dinamik denge vardır. Zayıf asit veya zayıf bazdan bahsettiğimiz için dinamik denge kurulur.
- Ö20** Tampon çözeltilerde denge durağan değildir. Çünkü tampon çözeltiler pH değeri değişimine karşı koyabilen çözeltilerdir. Durağan olsalardı meydana gelen pH değişimine karşı koyamayıp pH değişimine izin verirlerdi. Dinamik bir dengeye sahip olduklarından bulundukları çözeltilere meydana gelen bu tür değişimlere yanıt vererek sabit bir pH değerinde kalmasını sağlayarak yeri geldiğinde işimizi kolaylaştırırlar.
- Ö35** Dinamiktir çünkü sürekli olarak devam eder.

7. Sorunun Değerlendirilmesi.

“Aşağıda verilen madde çiftlerinden hangisi/hangileri tampon çözeltilidir? Neden?”

NaCl/HCl

CH₃COOH/CH₃COONa

NH₄Cl/NH₃

AgCl/HCl

sorusuna öğrencilere yöneltildiğinde kavramlarda farklılıklar olduğu görülmüştür.

Öğrencilerin 7. Soruya verdikleri cevapların anlama düzeylerine göre dağılımı

Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 7. Sorusuna Ait Nicel Bulgular

Seviye	f	%
Seviye [0]	2	5,71
Seviye [1]	2	5,71
Seviye [2]	6	17,14
Seviye [3]	1	2,86
Seviye [4]	24	68,58
Toplam	35	100

Tablo 23’de, ölçme aracının 7. sorusu ile ilgili nicel analiz bulguları yer almaktadır. Tablo 23’den anlaşıldığı üzere 2 katılımcı soruya cevap vermemiştir. 2 katılımcı ise “Ö4” gibi soruya bilimsel bilgilerle uyuşmayan cevaplar vermiştir. 6 katılımcı de “Ö16” gibi bilimsel bilgilerle paralel ancak yanlış bilgiler içeren cevaplar vermiş, 1 katılımcı de “Ö18” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikteki eksik cevaplar vermiştir. 24 katılımcı ise “Ö9” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu cevaplar vermiştir.

7. soru için verilen yanıtlardan ve ölçme aracından elde edilen görüşler üç temada toplanmıştır. “Aşağıda verilen madde çiftlerinden hangisi/hangileri tampon çözeltilidir? Neden?” sorusuna öğrencilerin verdikleri cevapların sayısal dağılımı Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24

Yedinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları

Tema Sayısı	Temalar	f	%
1	Hepsi doğru	26	74,28
2	Kısmen doğru	7	20
3	Cevapsız	2	5,72
Toplam		35	100

Her bir temaya ait cevapların hangi anlama seviyesine karşılık geldiği Tablo 25’ de belirtilmiştir.

Tablo 25

Yedinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri

Seviye	Yanıtların Temaları
Seviye [0]	Cevapsız
Seviye [1]	-
Seviye [2]	-
Seviye [3]	Kısmen doğru
Seviye [4]	Hepsi doğru

Kısmen doğru: Aşağıda verilen madde çiftlerinden hangisi/hangileri tampon çözeltiler? Neden?” sorusuna kısmen doğru cevap veren öğrencilerin yanıtlarına örnekler aşağıda verilmiştir.

Ö1 $NaCl/HCl$ ✓

CH_3COOH/CH_3COONa ✓

NH_4Cl/NH_3 ✓

$AgCl/HCl$ ✓

Tampon çözeltiler konjüge asit baz çiftlerinden oluşur. Zayıf asit ve konjüge baz, zayıf baz ve asit şeklinde.

Ö16 $NaCl/HCl$; bir tampon çözeltiler çünkü HCl kuvvetli bir asittir ve $NaCl$ bir tuzdur/nötr.

NH_4Cl/NH_3 ; tampon çözeltiler çünkü NH_3 bir bazdır. NH_4Cl asididte olsa bir tuzdur.

Ö21 NaCl/HCl +
 $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ +
 $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$ +
 AgCl/HCl

Ö30 $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$
Tampon çözeltidir diğerleri değildir Çünkü bir taraf zayıf asit diğer tarafta onun konjugesi olan kuvvetli baz.

Hepsi doğru: Aşağıda verilen madde çiftlerinden hangisi/hangileri tampon çözeltidir? Neden?" sorusuna tam doğru cevap veren öğrencilerin yanıtlarına örnekler aşağıda verilmiştir.

Ö2 $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$
 $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$
Çünkü CH_3COOH zayıf asit konjüge bazıyla (CH_3COONa) ve NH_3 (zayıf baz) konjüge asitiyle eşleşmiştir.

Ö3 $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$
 $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$ çiftleri tampon çözeltidir çünkü zayıf asit-baz onların tuzlarından oluşmuş.

Ö6 $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ Bunlardır. çünkü tampon çözelti örneği
 $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$

Ö7 $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ zayıf asit ve tuzu
 $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$ zayıf baz ve tuzu

Ö8 NaCl/HCl
 $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ ✓
 $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$ ✓
 AgCl/HCl

Ö9 1. NaCl/HCl
2. $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{NaCH}_3\text{COO}$
3. $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$
4. AgCl/HCl
2/3 çünkü; zayıf bir tür ve onun tuzundan oluşuyorlar.

Ö10 $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$ tampon çözeltidir. Çünkü zayıf baz ve konjüge asitten

oluşuyor.

CH_3COOH/CH_3COONa tampon çözeltidir zayıf asit ve konjüge bazdan oluşuyor.

Ö12 CH_3COOH/CH_3COONa

Zayıf asit + tuzu olduğu için tampon çözeltidir.

NH_3/NH_4Cl

Zayıf baz + tuzu olduğu için tampon çözeltidir.

Ö15 CH_3COOH/CH_3COONa

NH_4Cl/NH_3

Tampon çözeltidir çünkü konjugedir. Aralarında 1 proton fark vardır.

Ö17 $NaCl/HCl$; Zayıf bir asit değildir tampon çözeltiden bahsedilemez. X

CH_3COOH/CH_3COONa ; zayıf asit yer alır. ✓

NH_4Cl/NH_3 ✓

$AgCl/HCl$ X

Ö19 CH_3COOH/CH_3COONa ; tampon çözeltidir, birbirlerinin eşlenikleridir. 1 adet H farkları vardır.

NH_4Cl/NH_3 ; tampon çözeltidir, birbirlerinin eşlenikleridir.

Ö20

- $NaCl/HCl$ çiftinde



$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$ şeklinde iyonlarına ayrılmaktadırlar. HCl kuvvetli bir asittir. Tampon çözelti olması için zayıf asit ya da baz olması gerekmektedir. Bu nedenle birinci çift tampon çözelti değildir.

- CH_3COOH/CH_3COONa çiftinde



$CH_3COONa \rightleftharpoons Na^+ + CH_3COO^-$ şeklinde iyonlarına ayrılmaktadır.

CH_3COOH zayıf bir asit CH_3COONa zayıf asit tuzudur. Bu nedenle ikinci çift tampon çözeltidir.

- NH_4Cl/NH_3 çiftinde



$NH_4Cl \rightleftharpoons NH_4^+ + Cl^-$ şeklinde iyonlarına ayrılmaktadır.

Tampon çözeltide zayıf baz ve zayıf baz tuzu olması gerekmektedir. Bu nedenle üçüncü çifti tampon çözeltidir.

- $AgCl/HCl$ çiftinde



$AgCl \longrightarrow Ag^+ + Cl^-$ şeklinde iyonlarına ayrılmaktadır. Burada HCl kuvvetli bir asittir. AgCl ise gümüşün az çözünen bir tuzudur. Bu nedenle dördüncü çift tampon çözelti değildir.

Ö22 CH_3COOH/CH_3COONa ve NH_4Cl/NH_3 tampon çözeltidir. Birbirinin konjüge çifti olduğu için.

Ö23 CH_3COOH/CH_3COONa ve NH_4Cl/NH_3 çiftleri tampondur çünkü CH_3COONa ve NH_4Cl suda iyonlarına ayrıldığında yanındaki çiftinin konjügesini oluşturuyor.

Ö24 1. $NaCl/HCl$

2. $CH_3COOH/NaCH_3COO$

3. NH_4Cl/NH_3

4. $AgCl/HCl$

2. ve 3. madde tampon çözeltidir aralarında denge oluşturarak pH değişimine engel olurlar.

Ö28 $CH_3COOH/NaCH_3COO$

Sadece 2. çift bir tampon çözeltidir.

8. Sorunun Değerlendirilmesi.

“ CH_3COOH / CH_3COONa ’tan oluşan bir tampon çözeltiye;

a) HCl ilave edildiğinde tampon çözeltisinde bu etkiyi azaltmak için ne tür tepkimeler meydana gelir yazınız.

b) NaOH ilave edildiğinde tampon çözeltisinde bu etkiyi azaltmak için ne tür tepkimeler meydana gelir yazınız.

Sorusu öğrencilere yöneltildiğinde cevaplarında farklılıklar olduğu görülmüştür. Öğrencilerin vermiş oldukları cevapların anlama seviyelerine göre dağılımları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 8. Sorusuna Ait Nicel Bulgular

Seviye	f	%
Seviye [0]	28	80
Seviye [1]	1	2,86
Seviye [2]	1	2,86
Seviye [3]	-	-
Seviye [4]	5	14,28
Toplam	35	100

Tablo 26’te, ölçme aracının 8. sorusu ile ilgili nicel analiz bulguları yer almaktadır. Tablo 26’dan anlaşıldığı üzere 28 katılımcı soruya cevap vermemiştir. 1 katılımcı ise “Ö3” gibi soruya bilimsel bilgilerle uyuşmayan cevaplar vermiştir. 1 katılımcı de “Ö4” gibi bilimsel bilgilerle paralel ancak yanlış bilgiler içeren cevaplar vermiş, 5 katılımcı de “Ö7” gibi bilimsel bilgilerle uyumlu nitelikte cevaplar vermiştir.

8. soru için verilen yanıtlardan ve ölçme aracından elde edilen veriler dört temada toplanmıştır. Soruya katılımcıların verdikleri cevapların sayısal dağılımı Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27

Sekizinci Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları

Tema Sayısı	Temalar	f	%
1	H ⁺ derişimi artar	1	2,86
2	OH ⁻ derişimi artar	1	2,86
3	Ortam pH’ında çok az bir değişme olur	5	14,28
4	Cevapsız	28	80
Toplam		35	100

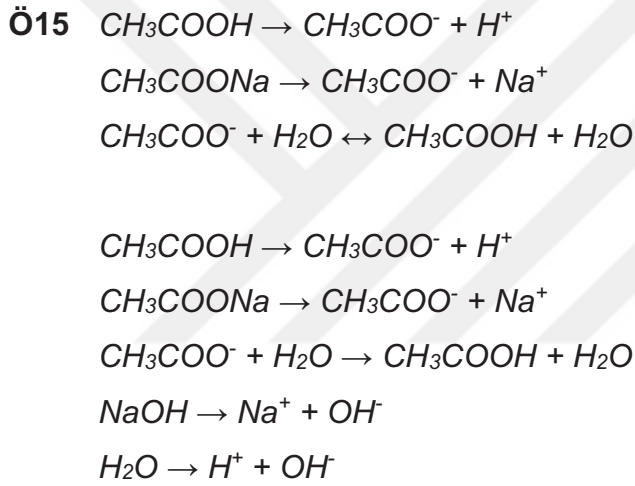
Her bir temaya ait cevapların hangi anlama seviyesine karşılık geldiği Tablo 28’de belirtilmiştir.

Tablo 28

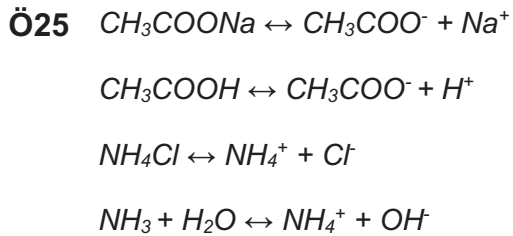
Sekizinci Soruya Ait Temalar ve Anlama Seviyeleri

Seviye	Temalar
Seviye [0]	Cevapsız
Seviye [1]	OH^- derişimi artar
Seviye [2]	H^+ derişimi artar
Seviye [3]	-
Seviye [4]	Ortam pH' sında çok az bir değişme olur

OH^- derişimi artar: 8. Soruda OH^- derişiminin artacağına yönelik yorum yapan öğrencilerin vermiş oldukları cevaplara ait örnekler aşağıda verilmiştir.



H^+ derişimi artar: 8. Soruda H^+ derişiminin artacağına yönelik yorum yapan öğrencilerin vermiş oldukları cevaplara ait örnekler aşağıda verilmiştir.

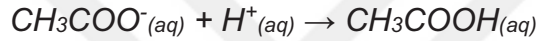


Ortamin pH'sında çok az değişme olur: 8. Soruda ortamın pH'sında az da olsa değişme olacağına yönelik yorum yapan öğrencilerin vermiş oldukları cevaplara ait örnekler aşağıda verilmiştir.

- Ö1** a) $NaCH_3COO \leftrightarrow Na^+ + CH_3COO^-$
 $CH_3COOH \leftrightarrow H^+ + CH_3COO^-$
 $CH_3COONa + HCl \leftrightarrow CH_3COOH + NaCl$ * Ortam asidik
 olacağı için sistem onun azaltmak için hareket edecektir.
 b) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$ * Ortam bazik
 olacağı için sistem onu azaltmak için hareket edecektir.

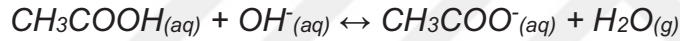
- Ö2** $CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(s)} \leftrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$
 $CH_3COONa_{(k)} \leftrightarrow Na^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$

HCl eklenirse:



H^+ iyonları CH_3COO^- iyonları tarafından yükseltgenir.

NaOH eklenirse:



9. Sorunun Değerlendirilmesi.

“Günlük yaşamınızdan tampon çözeltilere örnek veriniz” sorusu katılımcılara yöneltildiğinde farklı cevaplar verdikleri görülmüştür. Vermiş oldukları cevapların doğruluk düzeylerine bağlı olarak anlama seviyelerine göre dağılımları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 9. Sorusuna Ait Nicel Bulgular

Seviye	f	%
Seviye [0]	7	20
Seviye [1]	5	14,28
Seviye [2]	-	-
Seviye [3]	2	5,72
Seviye [4]	21	60
Toplam	35	100

9. soru için verilen yanıtlardan ve ölçme aracından elde edilen veriler üç temada toplanmıştır. “Günlük yaşamınızdan tampon çözeltilere örnek veriniz?” sorusuna katılımcıların verdikleri cevapların sayısal dağılımı Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 30

Dokuzuncu Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları

Tema Sayısı	Temalar	f	%
1	Doğru	23	65,72
2	Yanlış	5	14,28
3	Cevapsız	7	20
Toplam		35	100

Her bir temaya ait cevapların hangi anlama seviyesine karşılık geldiği Tablo 31’de belirtilmiştir.

Tablo 31

Dokuzuncu Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri

Seviye	Temalar
Seviye [0]	Cevapsız
Seviye [1]	Yanlış
Seviye [2]	Yanlış
Seviye [3]	Doğru
Seviye [4]	Doğru

Doğru: Dokuzuncu soruya doğru cevap veren öğrencilerin örnek cevapları aşağıda sıralanmıştır.

- Ö1** Tam olarak bilmiyorum. Fakat vücudumuzdaki sıvılar (mide kan) belli bir oranda ve pH da bulunmak zorundadır. Bunun için doğal tampon içerirler.
- Ö2** Göller buna iyi bir örnek olabilir, gölün asit baz dengesi bu şekilde sağlanır.
- Ö5** Kan doğal bir tampondur
Deri tahrişini önlemek için şampuanlarda bulunur
- Ö6** Kanın pH’ ını düzenlemek için

- Ö7 İnsan kanı
- Ö8 Protein, böbrek (bunu araştır)
- Ö9 Serumlar(bunu araştır)
- Ö10 Göllerdeki asit baz dengesi için tampon çözeltiler
Kan ve mide öz suyunun pH sabit tutmak için tampon çözeltiler
- Ö12 Vücudun asit-baz dengesini sağladığı için kan tampon bir çözeltilidir.
- Ö13 Bikarbonat tamponu
- Ö15 Canlı organizmalarda ki sistemler Örneğin kan ve hücre sıvıları sistemin çalışabilmesi için ortamın PH aşının belli bir noktada tutulması gerekir.
- Ö16 Konserve gıdalarda bulunan asit düzenleyici maddeler.
- Ö17 Kan, mide özsuğu
- Ö18 Kanımız tampon çözeltilidir.
- Ö19 Kan şampuan yüz yıkama jelleri
- Ö20 Vücudumuzda dolaşım halinde olan kanda da tamponlar yer almaktadır.
Örnek verecek olursak,
- $$\begin{array}{ll} \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}^- & \text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}^- \\ \text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}^- & \text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-} \\ \text{CaHPO}_4 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{HPO}_4^{2-} & \end{array}$$
- Ö21 Bikarbonat iyonu kandaki
- Ö25 Mide suyunun pH sabit olması
- Ö30 İdrar kan gibi sıvıların tampon çözelti olduğunu okumuştum ama doğruluğundan emin değilim.
- Ö31 Şampuanlarda kullanılabilir. kan doğal bir tampon örneğidir.
- Ö32 Kan bir tampon çözeltilidir.
- Ö33 Göllerdeki asit baz dengesi tampon çözeltiler de dengede tutuluyor diye biliyorum. Bir de Mide öz suyu için bunu biliyorum.

Yanlış: Dokuzuncu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin örnek cevapları aşağıda sıralanmıştır.

Ö3 $CH_3COOH-CH_3COONa$

NH_4Cl-NH_3

$HF-NaF$ örneklerini verebilirim

Ö11 Hidroklorik asit

Ö23 Sirke (CH_3COOH (seyreltik))

Ö28 Sirkeli su

Ö35 CH_3COOH/CH_3COO

İnsan vücudunda → fosfat tamponu

10. Sorunun Değerlendirilmesi.

“Tampon çözeltiler ----- benzer. Çünkü -----” sorusu katılımcılara yöneltildiğinde farkı benzetmeler yaptıkları görülmüştür. Yapmış oldukları benzetmelerin doğruluk düzeyine bağlı olarak anlama düzeylerine göre dağılımı Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32

Zihinsel Modelleri Belirleme Aracının 10. Sorusuna Ait Nicel Bulgular

Seviye	f	%
Seviye [0]	5	14,29
Seviye [1]	-	-
Seviye [2]	-	-
Seviye [3]	18	51,42
Seviye [4]	12	34,29
Toplam	35	100

10. soru için verilen yanıtlardan ve ölçme aracından elde edilen veriler üç alt grupta. Her bir grupta yer alan cevapların frekans ve yüzdeleri Tablo 33'de verilmiştir.

Tablo 33

Onuncu Soruya Ait Cevapların Temaları ve Katılımcılara Göre Dağılımları

Tema Sayısı	Temalar	f	%
1	Doğru	30	85,72
2	Yanlış	-	-
3	Cevapsız	5	14,28
Toplam		35	100

Her bir guruba ait cevapların hangi anlama seviyesine karşılık geldiği Tablo 34'de belirtilmiştir.

Tablo 34

Onuncu Soruya Ait Cevapların Temaları ve Anlama Seviyeleri

Seviye	Temaları
Seviye [0]	Cevapsız
Seviye [1]	Yanlış
Seviye [2]	Yanlış
Seviye [3]	Doğru
Seviye [4]	Doğru

Doğru: Bu soruyu doğru olarak cevaplandıran öğrencilerin vermiş oldukları cevaplara ait örnekler aşağıda sıralanmıştır.

- Ö1** *Tampon çözeltiler peçeteye benzer. Çünkü peçete bir sıvı döküldüğünde fazlasını silmemize yardımcı olur. Tampon çözeltiler de ani pH'yı engeller.*
- Ö2** *Tampon çözeltiler elma sirkesine benzer Çünkü elma sirkesi de zayıf bir asittir Tampon çözelti ise yarayabilir.*
- Ö3** *Tampon çözeltiler teraziye benzer Çünkü pH sabit ve istediğimiz değerde tutabilmemiz için gereklidir ve belli bir dengede sabit kalmalıdır.*
- Ö4** *Tampon çözeltiler askılığa benzer Çünkü pH sabit tutmaya yarar askılıkta gömleği sabit tutar.*
- Ö5** *Arkadaşımla aramdaki ilişkiye benziyor zayıf yönleri mi tamamlayarak*

Veya ben onun içini tamamlayarak denge kurarız.

- Ö6** *Tampon çözeltiler beyazdır' a bezer Ortama asit baz geldiğinde ortamın pH sı değişmez sabit tutarlar.*
- Ö9** *Tampon çözeltiler su terazisi ne benzer Çünkü su terazisi yüzeyde eğriyi ölçüyor ona göre işlemlere devam ediyor tampon çözeltilerde reaksiyonun doğru sonuç vermesi için reaksiyonun pH sabit bir dengede tutuyor.*
- Ö10** *Tampon çözeltiler günlük hayatta olmamız gereken suya benzer Çünkü vücuda alınan su nasıl ki vücudun dengesini düzenliyor sa tampon çözeltiler de ortamın pH' ını dengeler ve düzenler.*
- Ö12** *Tampon çözeltiler suya benzer Çünkü su hayatımız için çok önemlidir ve hayatımızı devam ettirmemizi sağlar Hayatınızı devam ettirmemiz i sağlayan bir diğer madde kandır kan bir tampon çözeltilerdir ikisini benzetebiliriz.*
- Ö13** *Tampon çözeltiler arabuluculara benzer Çünkü asit baz ilavesi ile ortamın PH sabit kalmasını sağlıyor arabulucu bir insanın da yaptığı şey buna benzer.*
- Ö15** *Tampon çözeltiler anneye benzer Çünkü anne evdeki ortamın dengelenmesini sağlar çocuk ile baba arasındaki dengeden sorumlu mudur çocuğun durdurulması gereken yerde dur dar pH dengelemesi gibi*
- Ö16** *Tampon çözeltiler yemeklerimize kattığımız baharatlara benzer nasıl tampon çözeltiler reaksiyondaki pH dengede tutmaya çalışıyorsa Bizlerde yemeklerimize attığımız baharatlarla yemeklerimizin tadını sabit tutmaya çalışırız.*
- Ö17** *Tampon çözeltileri sevmediğim insanlara benzetirim girdikleri ortamda Onların yok saydığım için beni etkilemezler*
- Ö18** *Tampon çözeltiler anneme benzer Çünkü babamla aramızdaki dengeyi sağlar ve dışarıdan gelen ufak duyumlarla ya da benim küçük davranışlarımla değişmez.*
- Ö19** *Tampon çözeltiler suya benzer Çünkü Saf su içebileceğimiz kıvamda değildir içebileceğimiz pH aralığına gelebilmesi için tampon çözeltiler gibi işleve girmiştir ve sağlık açısından uygun değerlerde sabit kalmıştır.*
- Ö20** *Tampon çözeltiler annelere benzer. Çünkü anne evde gergin ortam oluşmasını önlemeye çalışır. Eşi ve çocuğu arasında sakinlik sağlar.*

Tampon çözeltiler ise içerisinde bulunduğu çözelti ve eklenen madde arasında yer alır. Ortamın pH değerini sabit tutar.

- Ö21** *Tampon çözeltiler indikatöre benzer Çünkü farklı ortamda farklı renk alabilen indikatör gibi farklı özellikte davranabilir.*
- Ö22** *Çiçeğe benzer fazla su veya az su verirse canlının aktivitesini bozar solmaya kurumaya sebep olur O aralığı dengeyi sağlamamız gerekir belirli bir aralıkta olmalı yani.*
- Ö23** *Tampon çözeltiler ilişkiye benzer Çünkü ilişki tek başına yürümez yanına bir eş lazım veya karşıdaki sinirlendiğinde baskın gelse de sakin kalıp onu sakinleştirmenin veya aynı kalman lazım ki eşin kendi hatasını anlayabilsin.*
- Ö24** *Membran zarlara benzer Çünkü iki ortam arasındaki madde takasını (değişimini) ayarlar, dengeler.*
- Ö25** *Tampon çözeltileri güneşe benzetebiliriz Çünkü güneşte gezegenlere etrafında sabit tutar.*
- Ö26** *Tampon çözeltiler anneme benzer Çünkü fazla harcama yapacağım zaman beni harcama yapmamam konusunda uyarır ve ben de tam tersi yönde harcamalarımı azaltırım harcama yapacakken annem kısıtlar ve daha az harcama yaparım.*
- Ö27** *Tampon çözeltiler anahtar kilide benzer Çünkü anahtar kilitsiz işe yaramaz kilit de anahtarsız işe yaramaz Tıpkı tampon çözeltilerdeki asit ya da bazın konjüge çifti gibi*
- Ö28** *Tampon çözeltiler bekçiye benzer Çünkü ortama aşırı miktarda kuvvetli baz asit katılmadık ça (yani ortamda büyük Bir tehlike olmadıkça) ortamın pH' ını korurlar.*
- Ö30** *Tampon çözeltiler hücre zarına benzer Çünkü bir tarafta derişimi fazla olan kuvvette tür diğer tarafta zayıf derişimi az olan tür bulunur.*
- Ö31** *Tampon çözeltiler organlara benzer Çünkü organlar belli bir düzen içinde çalışır birbirleri arasında denge ve uyum vardır O yüzden tampon çözeltilere benzettim.*
- Ö32** *Tampon çözeltiler süngere benzer Çünkü çözeltiye Kuvvetli asit veya kuvvetli baz eklendiği durumda sünger gibi içine çekip ani pH değişimlerini engeller.*

- Ö33** *Tampon çözeltiler anneme benzer Çünkü ne yaşanırsa yaşansın ortamı yumuşatıp eski haline getiriyor.*
- Ö34** *Tampon çözeltiler teraziye benzer Çünkü pH değişimi sabit tutar.*
- Ö35** *Tampon çözeltiler pH hesabına benzer Çünkü bu dengelerin sonunda da pH hesaplama yapılabilir.*

Öğrencilerin sorulara göre yer aldıkları anlama seviyeleri Tablo 35’de verilmiştir. Tablo 35’de görüldüğü üzere, öğrencilerin en çok 7. soruda seviye 4 grubuna giren cevaplar verdikleri, en az ise 6. soruda seviye 4 cevapları verdikleri görülmektedir. En fazla seviye 3 cevabının verildiği soru ise 10, seviye 3 düzeyinde cevabın hiç olmadığı soru ise 8 olduğu görülmektedir. En fazla seviye 2 cevabının verildiği soru 4. soru iken 9. ve 10. sorularda 2 seviyesinde cevap yoktur. En fazla seviye 1 cevabının verildiği sorular 1. ve 3. sorular iken en az seviye 1 cevabının verildiği soru 8. sorudur. Öğrencilerin boş bırakma oranının en yüksek olduğu (seviye 0) soru 8. soruyken en az boş bırakma oranına sahip sorunun 1. soru olduğu görülmektedir.

Tablo 35

Öğrencilerin Zihinsel Modelleri Belirleme Aracına Verdikleri Yanıtlarının Seviyelerine Göre Frekans ve Yüzde Dağılımları

Soru	Soru Türü	Seviye 0		Seviye 1		Seviye 2		Seviye 3		Seviye 4	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	Kavramsal	-	-	13	37,14	3	8,57	9	25,72	10	28,57
2	Kavramsal	1	2,85	12	34,28	2	5,71	11	31,42	9	25,71
3	İlişkisel	6	17,14	13	37,14	1	2,85	5	14,28	10	28,57
4	İlişkisel	3	8,57	5	14,28	17	48,57	4	11,42	6	17,14
5	İşlemsel	11	31,42	12	34,28	5	14,28	1	2,85	6	17,14
6	İlişkisel	10	28,57	12	34,28	2	5,71	10	28,57	1	2,85
7	Kavramsal	2	5,71	2	5,71	6	17,14	1	2,85	24	68,57
8	İşlemsel	28	80	1	2,85	1	2,85	-	-	5	14,28
9	İlişkisel	7	20	5	14,28	-	-	2	5,71	21	60
10	İlişkisel	5	14,28	-	-	-	-	18	51,42	12	34,28

Aşağıda Tablo 35 ile ilgili yorumlar yapılmıştır ve tabloda yer alan katılımcı düzeyleri yorumlanırken, örneğin 29. öğrencinin 2 seviyesindeki anlama düzeyi “(Ö29-[2])” ya da 19. öğrencinin 4 seviyesindeki anlama düzeyi “Ö19-[4]”, şeklinde -katılımcı numarası ve anlama düzeyi [...] içinde gösterilmiştir.

Zihinsel modelleri belirleme sürecinde kullanılan matrislerde, tampon çözeltiler konusu için kavramsal soru türünde 3 soru; 1., 2. ve 7. sorular, ilişkisel soru türünde 5 soru; 3., 4., 6., 9. ve 10. sorular ve işlemsel soru türünde 2 soru; 5. ve 8. sorular bulunmaktadır.

Tampon çözeltinin tanımlanmasının istendiği 1. soruda öğrencilerin %37,14' ü [1], %8,57' si [2], %25,71' i [3], % 28,57' si [4] düzeyinde cevap vermiştir. (Ö18-[4]), "Tampon çözelti zayıf bir asit ve konjüge bazını veya zayıf baz ve konjüge asidi içeren çözeltidir.", (Ö35-[3]), "Zayıf asit ve konjüge bazın karışımından oluşan çözeltidir. pH değişimini engellemek için kullanılır.", (Ö6-[2]), "pH'ı belli olan seyretmeye ve az miktarda kuvvetli asit veya baz ilavesi sonucu pH sı değişmeyen ya da çok az değişen çözeltilere tampon çözeltiler denir." ifadeleri örnek verilebilir.

Tampon çözeltilerin hangi maddelerden oluştuğunun sorgulandığı 2.soruda öğrencilerin %34,28'i [1], %31,42' si [3] ve %25,71'i [4] düzeyinde cevap vermiştir. (Ö12-[1]), "Bir asit ve tuzundan veya bir zayıf baz ve tuzundan oluşur.", (Ö19-[3]), "Bir zayıf asit ile onun eşlenik bazı veya bir zayıf baz ile onun eşlenik asidinden oluşabilir. Birbirlerini nötrleştirmemeleri için bu gerekir.", (Ö17-[4]), "Zayıf asit ve konjüge baz veya zayıf baz ve asit karışımından oluşur." örnekleri verilebilir.

Kimyasal denge ile tampon çözeltilerdeki denge arasında bir ilişkinin olup olmadığının sorulduğu 3.soruya öğrencilerin %37,14' ü [1], %28,57' si [4] düzeyinde cevap vermiştir. (Ö4-[4]), "Kimyasal denge ile tampon çözeltiler arasında ilişki vardır. Dengede sürekli bir değişim vardır. Tampon çözeltilerde pH değişimi olduğu için denge ile ilişkisi vardır.", (Ö21-[1]), "Kimyasal denge açmak iki yönlü gerçekleşen tepkimedir; ileri ve geri yönde. Maddede tükenme gerçekleşmez. Sıcaklık sabittir ileri hız geri hıza eşittir." örnekleri verilebilir.

Tampon çözeltilerin neden asidi, bazik ya da nötr olduğunun açıklanmasının istendiği 4. soruda öğrencilerin %48,57' si [2], %17,14' ü [4], %14,28'i [1] düzeyinde cevap vermiştir. (Ö10-[2]), "Bu bizim istediğimiz pH' a bağlı yani zayıf bir asit ile onun eşlenik bazını koyarsak ortam bazik veya zayıf bir baz ve onun eşlenik asidini koyarsak ortam asidik olur, molarite de etkilidir.", (Ö18-[4]), "Tampon çözeltilerin bulunduğu ortamın pH sı çözeltideki maddelere bağlıdır. Asidik ya da bazik olabilir.", (Ö14-[1]), "Asidiktir; çünkü... bazik bir ortamın pH'sını istenilen duruma ayarlamak için kullanılır. Baziktir; çünkü... asidik bir ortamın

pH'sını istenilen duruma ayarlamak için kullanılır. Nötraldir; çünkü..." ifadeleri örnek verilebilir.

Bir tampon çözeltisinin bulunduğu çözeltideki fonksiyonunun irdelendiği 5. soruda öğrencilerin %34,28' i [1], %31,42' si [0] düzeyinde cevap vermiştir. (Ö26-[1]), "Çözeltiye eklediğimiz Asit ya da bazların çözeltinin pH noktası noktasına en az şekilde etkilemesi için ters yönde tepkime gösterir. Örneğin HCl kuvvetli asitin içine baz eklediğinizde pH 1'den 7'ye doğru gider ama tampon çözeltisi bunu engeller.", (Ö17-[1]), "Bulunduğu çözeltisi asit veya baz ise bu çözeltiye eklenen kuvvetli asit veya baz eklendiğinde çözeltinin pH değişimi olmaz. Tampon çözelti bu pH değişimini engeller." ve (Ö8-[0]), (Ö13-[0])' nin soruyu yanıtsız bırakmaları örnek verilebilir.

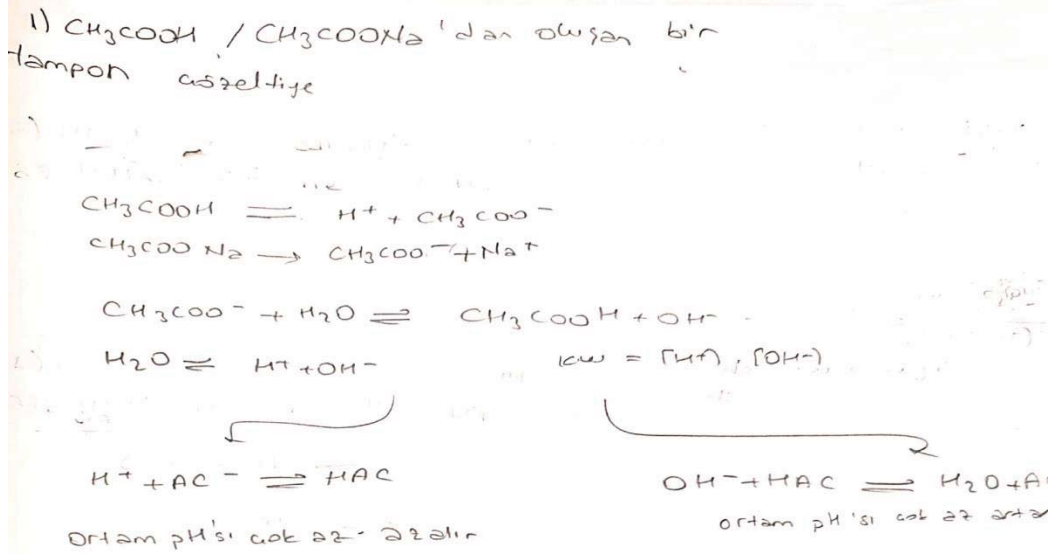
Tampon çözeltisindeki dengenin durağan olup olmadığının sorulduğu 6. soruda öğrencilerin %34,28' si [1], %28,57' si [0], %28,57'si [3] düzeyinde cevap vermiştir. (Ö1-[1]), "Tampon çözeltilerde asit baz eklendiğinde o an için denge kuruluncaya kadar dinamik bir denge vardır. Daha sonra durağanlaşır.", (Ö26-[0]), (Ö27-[0]), (Ö28-[0]) soruyu yanıtsız bırakması ve (Ö2-[3]), "Dinamik veya statik olduğunu hız belirler. Tampon çözeltiler de $k_1 = k_2$ yani dinamiktir.", (Ö20-[3]), "Tampon çözeltilerde denge durağan değildir. Çünkü tampon çözeltiler pH değeri değişimine karşı koyabilen çözeltilerdir. Durağan olsalardı meydana gelen pH değişimine karşı koyamayıp pH değişimine izin verirdi. Dinamik bir dengeye sahip olduklarından bulundukları çözeltilere meydana gelen bu tür değişimlere yanıt vererek sabit bir pH değerimde kalmasını sağlayarak yeri geldiğinde işimizi kolaylaştırırlar." ifadeleri örnek verilebilir.

NaCl/HCl, CH₃COOH/CH₃COONa, NH₄Cl/NH₃ ve AgCl/HCl sistemlerinden hangisinin tampon çözelti olduğunun sorgulandığı 7. soruda öğrencilerin %68,57'si [4], %17,14' ü [2] düzeyinde cevap vermiştir. (Ö34-[4]), "Tampon çözelti olması için zayıf asit ve konjüge bazın veya zayıf baz ve konjüge asitin karışımından oluşması gerekir. 2 ve 3", (Ö23-[4]), "CH₃COOH/CH₃COONa ve NH₄Cl/NH₃ çiftleri tampondur çünkü CH₃COONa ve NH₄Cl suda iyonlarına ayrıldığında yanındaki çiftinin konjugesini oluşturuyor." ,

(Ö5-[4]), "CH₃COOH; HCOONa NH₃Cl; Zayıf baz-NH₃; konjüge asiti; HCOOH; zayıf asit HCOO-; konjüge bazı. Tampon çözeltidir.", (Ö16-[2]), "NaCl/HCl; bir tampon çözeltidir çünkü HCl kuvvetli bir asittir ve NaCl bir

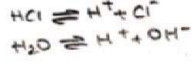
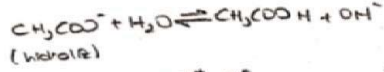
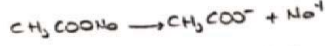
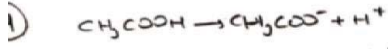
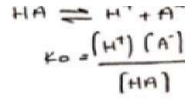
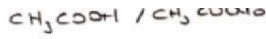
tuzdur/nötr. $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$; tampon çözeltidir çünkü NH_3 bir bazdır. NH_4Cl asidide olsa bir tuzdur.”, (Ö21-[2]), “ NaCl/HCl , $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ ve $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$ “ cevapları örnek verilebilir.

Tampon bir çözeltiye kuvvetli asit ve kuvvetli baz ilave edildiğinde meydana gelebilecek reaksiyonların irdelendiği, işlemsel nitelikteki 8. soruda öğrencilerin %80’ i [0], %14,28’ i [4] düzeyinde cevap vermiştir. (Ö33-[4]), Şekil.1 deki gibi,



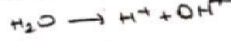
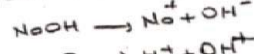
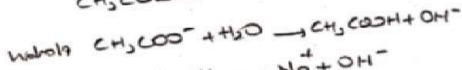
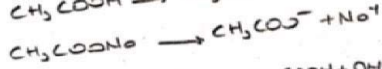
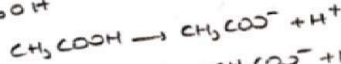
Şekil 2. Katılımcı 33'ün 8. Soruya Verdiği Cevap

(Ö15-[0]), Şekil.2' deki gibi ifadeler örnek olarak verilebilir.



pH ↓
Hidrolizden gelen OH⁻ pH'ı dengeler.

2) NaOH



Şekil 3. Katılımcı 15'in 8. Soruya Verdiği Cevap

Günlük yaşamdan tampon çözeltilere örnek verilmesinin beklendiği 9. soruya öğrencilerin %60' ı [4], %20' si [0], %14,28' i [1] düzeyinde cevap vermiştir. (Ö30-[4]), "İdrar kan gibi sıvıların tampon çözelti olduğunu okumuştum ama doğruluğundan emin değilim.", (Ö31-[4]), "Şampuanlarda kullanılabilir. Kan doğal bir tampon örneğidir.", (Ö32-[4]), "Kan bir tampon çözeltidir.", (Ö33-[4]), "Göllerdeki asit baz dengesi tampon çözeltilerle dengede tutuluyor diye biliyorum. Bir de Mide öz suyu için bunu biliyorum.", (Ö3-[1]), "CH₃COOH-CH₃COONa, NH₄Cl-NH₃, HF-NaF örneklerini verebilirim.", (Ö11-[1]), "Hidroklorik asit", (Ö23-[1]), "Sirke CH₃COOH (seyreltik)", [0] düzeyinde öğrencilerin soruyu yanıtsız bırakması örnek olarak verilebilir.

Öğrencilerden tampon çözeltileri herhangi bir şeye benzeterek, ilişkilendirme yapmasının beklendiği 10. soruda öğrencilerin %51,42' si [3], %34,28' si [4], %14,28' si [0] düzeyinde cevap vermiştir. (Ö28-[3]), "Tampon çözeltiler bekçiye benzer Çünkü ortama aşırı miktarda kuvvetli baz asit katılmadıkça (yani ortamda büyük Bir tehlike olmadıkça) ortamın pH' ını korurlar.", (Ö33-[3]), "Tampon çözeltiler anneme benzer Çünkü ne yaşanırsa yaşansın ortamı yumuşatıp eski haline getiriyor.", (Ö5-[3]), "Arkadaşımla aramdaki ilişkiye benziyor zayıf yönleri mi tamamlayarak Veya ben onun içini tamamlayarak denge kurarız.",

(Ö6-[4]), “Tampon çözeltiler beyazdır’ a bezer Ortama asit baz geldiğinde ortamın pH sı değişmez sabit tutarlar.”, (Ö21-[4]), “Tampon çözeltiler askılığa benzer Çünkü pH sabit tutmaya yarar askılıkta gömleği sabit tutar.”, (Ö24-[4]), “membran zarlara benzer çünkü iki ortam arasındaki madde takasını (değişimini) ayarlar, dengeler”, (Ö25-[4]), “tampon çözeltileri güneşe benzetebiliriz çünkü güneşte gezegenlere etrafında sabit tutar.” ifadeleri örnek verilebilir.



Öğrencilerin Tampon Çözeltiler İle İlgili Sahip Oldukları Zihinsel Modellere Yönelik Bulgular.

- Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar sonucunda tampon çözeltiler ile ilgili sahip oldukları zihinsel modeller Tablo 36'da özetlenmiştir.
- Verilerin analizinden elde edilen bulgular, tampon çözelti kavramı ve özellikleri, tampon çözeltiler konusunda kavramsal, ilişkisel, işlemsel boyuttaki zihinsel modelleri ve diğer konularla ilgili zihinsel modelleri ele alınarak, bu tez çalışmasının alt problemleri çerçevesinde sunulmuştur.

Tablo 36

Öğrencilerin Uygulama Süreci İçerisinde Tampon Çözeltiler ile İlgili Sahip Oldukları Zihinsel Modelleri

Zihinsel Model Türü	Zihinsel Model Tipi	f	%
Bilimsel Model	Tam Bilimsel Model (TBM)	-	-
	Kısmi Bilimsel Model (KBM)	-	-
Teorik Model	Tam Teorik Model (TTM)	7	20
	Kavramsal Model (KavM)	11	31,43
	İlişkisel Model (İİM)	4	11,42
	İşlemsel Model (İşM)	-	-
	Kavramsal-İşlemsel Model (K-İşM)	-	-
Sentez Modeller	İlişkisel-İşlemsel Model (İİ-İşM)	2	5,72
	Geçiş Modeli (GM)	5	14,29
	Temel Model (TeM)	4	11,42
İlkel Modeller	Uyumsuz Model (UM)	2	5,72

Öğrencilerin Tampon Çözeltiler Kavramı Ve Özellikleri İle İlgili Zihinsel Modellerine Ait Bulgular.

Tablo 36'da, öğrencilerin %11,42' si tampon çözeltilere yönelik birkaç soruya bilimsel nitelikte cevap verilen temel modele, %5,72' si bilimsel olmayan cevapların yer aldığı uyumsuz modele sahip olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin %20' si Tam Teorik Model (TTM)' de, %31,43'ü Kavram Modelde (KavM), %11,42' si İlişkisel Modelde (İİM), %5,72' si İlişkisel-İşlemsel Modelde (İİ-İşM), %14,29' u Geçiş Modelinde (GM), %11,42' si Temel Modelde (TeM), %5,72'si Uyumsuz Modelde (UM)' de olmak üzere toplam yedi zihinsel modelde yer almaktadır.

Öğrencilerin Tampon Çözümler Konusunda Kavramsal Boyuttaki Zihinsel Modelleri.

Öğrencilerin %20' si tam teorik modelde yer almaktadır. Bu model türünde kavramsal ve ilişkisel soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsele yakın; işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.

Öğrencilerin %31,43' ü kavramsal modelde yer almaktadır. Bu model türünde kavramsal soru türüne ait anlamalar bilimsel veya bilimsele yakın; ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.

Öğrencilerin %14,29' u geçiş modelinde yer almaktadır. Bu model türünde kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar zayıf bilimsel niteliktedir.

Öğrencilerin Tampon Çözümler Konusunda İlişkisel Boyuttaki Zihinsel Modelleri.

Öğrencilerin %20' si tam teorik modelde yer almaktadır. Bu model türünde kavramsal ve ilişkisel soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsele yakın; işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.

Öğrencilerin %11,42' si ilişkisel modelde yer almaktadır. Bu model türünde ilişkisel soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsele yakın; kavramsal ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.

Öğrencilerin %5,72' si ilişkisel-işlemsel model türünde yer almaktadır. Bu model türünde ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsele yakın; kavramsal soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.

Öğrencilerin %14,29' u geçiş modelinde yer almaktadır. Bu model türünde kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar zayıf bilimsel niteliktedir.

Öğrencilerin Tampon Çözeltiler Konusunda İşlemsel Boyuttaki Zihinsel Modelleri.

İşlemsel model türünde katılımcı bulunmamaktadır. Bu model türünde işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsel yakın; kavramsal ve ilişkisel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.

Öğrencilerin %5,72' si ilişkisel-işlemsel model türünde yer almaktadır. Bu model türünde ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel veya bilimsel yakın; kavramsal soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.

Öğrencilerin %14,29' u geçiş modelinde yer almaktadır. Bu model türünde kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar zayıf bilimsel niteliktedir.

Öğrencilerin Tampon Çözeltiler Konusu İçerisinde Yer Alan Diğer Konularla İlgili Zihinsel Modelleri.

Öğrencilerin %11,42' si temel model türünde yer almaktadır. Bu model türünde tampon çözeltilerle ilgili kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar zayıf bilimsel niteliktedir.

Öğrencilerin %5,72' si uyumsuz model türünde yer almaktadır. Bu model türünde tampon çözeltilerle ilgili kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türlerine ait anlamalar bilimsel olmayan niteliktedir.

Bölüm 5

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu tez çalışmasında, tampon çözeltiler konusunda Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalında okuyan Analitik Kimya I ve II derslerini almış öğrencilerin tampon çözeltiler ile ilgili zihinsel modellerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda elde edilen bulgular, tampon çözeltilerle ilgili fen eğitiminde yer alan, alan yazındaki çalışmaların sonuçları kavramsal, ilişkisel ve işlemsel soru türleri çerçevesinde tartışılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Kavramsal Soru Türleri.

Öğrencilerin tampon çözeltiler kavramı, özellikleri ve çeşitleri ile ilgili zihinsel edinimleri, görüşme formunda (GF) yer alan ve öğrencilerin tampon çözeltilerin tanımına, özelliklerine ve çeşitlerine yönelik (GF 1. soru), (GF 2. soru) ve (GF 7. soru)' ya verilen cevaplar temalar oluşturularak ortaya çıkarılmıştır (Tablo 6, 9 ve 24). Bu sorulara ait 0, 1, 2, 3 ve 4 anlama seviyelerindeki frekans ve yüzde dağılımları Tablo 35' te özetlenmiştir.

Öğrencilerden 1. soruya (0) düzeyinde cevap veren yokken, (1) düzeyinde %37,14, (2) düzeyinde %8,57, (3) düzeyinde %25,71, (4) düzeyinde %28,57 cevap veren katılımcılar olduğu tespit edilmiştir. 1. soruda direkt tampon çözelti nedir sorusunun tanımı irdelenmiştir. Öğrencilerin anlama seviyeleri çoğunlukla 1 düzeyinde yer aldığı tespit edilmiştir. Fakat (3) ve (4) düzeyinde cevap veren öğrencilerin oranları hem birbirlerine hem de (1) düzeyinde cevap verenlerin oranına yakındır. Buradan anlaşılmaktadır ki öğrencilerin tampon çözeltinin ne olduğuna dair cevapları "pH' sı değişmeyen çözelti", "asit veya bazın tuzundan oluşan çözelti" gibi alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan ifadeler içerdiği gibi "zayıf asit ve konjuge baz veya zayıf baz ve konjuge asidin karışımı olan çözelti", "zayıf bir asit veya bazın konjuge baz-asit karışımından oluşan sulu çözeltidir" gibi tam bilimsel ifadeler de içermektedir. Bu soruya ait cevaplar heterojen bir sınıflamaya sahiptir. Öğrenciye ait zihinsel modeli belirlemede öğrencinin diğer sorulara verdiği cevaplar daha belirleyici olmuştur.

Öğrencilerin 2. soruya (0) düzeyinde %2,85 , (1) düzeyinde %34,28, (2) düzeyinde %5,71 , (3) düzeyinde %31,42 , (4) düzeyinde %25,71 cevap veren bulunmaktadır. 2. soruda tampon çözeltilerin hangi maddelerden oluştuğu sorulmuştur. Öğrencilerin anlama seviyeleri çoğunlukla 1 düzeyinde yer almaktadır. Buradan anlaşılmaktadır ki öğrencilerin tampon çözeltilerin hangi maddelerden oluştuğuna dair cevapları “konjüge asit ve baz çiftleri ve normal asit bazlardan oluşur. Bunun nedeni ise bu maddelere güçlü asit-baz eklendiğinde çözeltide oluşacak olan pH değişimini engellemektir” gibi çoğunlukla alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan ifadeler içermektedir.

Katılımcılar 7. soruya (0) düzeyinde %5,71 , (1) düzeyinde %5,71 , (2) düzeyinde %17,14 , (3) düzeyinde %2,85 , (4) düzeyinde %68,57 oranında cevap vermişlerdir. 7. soruda verilen madde çiftlerinden hangisi ya da hangilerinin tampon çözelti olduğu sorgulanmıştır. Katılımcı cevaplarının çoğunluğu 4 anlama düzeyinde yer almaktadır. Buradan anlaşılmaktadır ki öğrencilerden verilen madde çiftlerini tampon çözelti olup olmadıklarına göre değerlendirmeleri istendiğinde büyük oranda “ $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$; $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$ ’dir. Çünkü CH_3COOH zayıf asit konjüge bazıyla (CH_3COONa) ve NH_3 (zayıf baz) konjüge asidiyle eşleşmiştir”, “ $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ zayıf asit ve tuzu; $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$ zayıf baz ve tuzu” gibi bilimsel düzeyde cevaplar vermiştir.

Burada dikkat çeken nokta; öğrencilerin büyük bir kısmı tampon çözeltinin tanımını doğru bir şekilde yapamazken belirlenen madde çiftlerini tampon çözelti olup olmadıklarına göre sınıflayabiliyor olmasıdır. Örneğin “Ö2”, “Ö3”, “Ö7”, “Ö12”, “Ö13”, “Ö14”, “Ö19”, “Ö20”, “Ö24”, “Ö25” ve “Ö29” 1. soruya 1 anlama düzeyinde cevap verirken 7. soruya 4 anlama düzeyinde cevap vermiştir. Bu durum Orgill ve Sutherland (2006)’ ın yaptığı çalışmayla benzerlik göstermektedir. Orgill ve Sutherland (2006)’ ın yaptığı çalışmada öğrencilerin tampon çözeltiyi doğru tanımlayamadıkları bilgisine ulaşılmış ama öğrencinin kimyanın sembolik dilini kullanarak tanımlama yapıp yapamadığının üzerinde durulmamıştır. Daha çok doğru tanımlama yapmaya engel olan kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise öğrencilerin tampon çözeltinin tanımını yapmakta zorlandığı fakat verilen madde çiftlerini tampon çözelti olup olmadıklarına göre doğru bir şekilde ayırt edebildikleri ve kimyanın sembolik dilini etkili olarak kullanabildikleri tespit edilmiştir. Örneğin 2. soruda tampon çözeltilerin hangi maddelerden oluştuğu

sorulmuştur. Bu soruda tampon çözeltilerin zayıf asit ve konjuge bazı, zayıf baz ve konjuge asidinden oluştuğunun birer örnekle açıklanması beklenmiş öğrencilerin çoğunluğu örnek vererek açıklama yapamamıştır. Buna rağmen “Ö2”, “Ö6”, “Ö8”, “Ö12”, “Ö13”, “Ö22”, “Ö33” ve “Ö34” 2. soruya 1 anlama düzeyinde cevap verirken, 7. soruya 4 düzeyinde cevap vermiştir. Bu katılımcılar tampon çözeltilerin zayıf asit ve konjuge bazı, zayıf baz ve konjuge asidinden oluştuğunu yazamazken “CH₃COOH/CH₃COONa ve NH₄Cl/NH₃” ın birer tampon çözelti olduğunu belirtmişlerdir.

Bunun nedeni, madde çiftleri hazır verilerek bir tanımlama istendiğinde öğrencilerin akıllarındaki bilgilerle daha kolay bir eşleştirme yapabilmeleri ama kendi cümleleriyle tampon çözeltiyi doğru bir şekilde tanımlamakta zorlanıyor olmalarıdır. Bu durum öğrencinin analitik kimya bilgisiyle ilgili değil de kendini ifade ederken yazılı ve sözlü becerilerini kullanma düzeyiyle ilgili olduğu ve bir soruyu nasıl yanıtlayacağını bilmemelerinden kaynaklanmaktadır (Heidbrink ve Weinrich, 2021). Öğrencilerin düşünce süreçlerini üst bilişsel seviyeye taşımalarının nasıl teşvik edilebileceği Heidbrink ve Weinrich (2021)’ in çalışmasında yer alan açık uçlu tampon çözelti problemleri üzerinden tartışılmıştır. Öğrencilerin üst bilişlerini hedef alan etkinlikler eğitimciler tarafından daha kolay benimsenmeli ve bu konuda bir farkındalık sağlanmalıdır (Heidbrink ve Weinrich, 2021).

İlişkisel Soru Türleri.

Öğrencilerin tampon çözeltilerin diğer kavramlarla ve gündelik hayattaki önemiyle ilgili ilişkilendirmelerin yapıldığı, görüşme formunda (GF) yer alan (GF 3. soru), (GF 4. soru), (GF 6. soru), (GF 9. soru) ve (GF 10. soru)’ ya verilen cevaplar temalar oluşturularak ortaya çıkarılmıştır (Tablo 12, 15, 21, 30 ve 33). Bu sorulara ait 0, 1, 2, 3 ve 4 anlama seviyelerindeki frekans ve yüzde dağılımları Tablo 35’ te özetlenmiştir.

Öğrencilerin 3. soruya (0) düzeyinde cevap veren %17,14 , (1) düzeyinde %37,14 , (2) düzeyinde %2,85 , (3) düzeyinde %14,28 , (4) düzeyinde %28,57 cevap veren bulunmaktadır. 3. soruda kimyasal denge ve tampon çözeltilerdeki denge arasında bir ilişkinin olup olmadığı ve tampon çözeltilerdeki dengenin neye, neden benzetilebileceği irdelenmiştir. Öğrencilerin anlama seviyeleri çoğunlukla 1 düzeyinde yer almaktadır. Cevaplarda çoğunlukla “Yoktur. Çünkü tampon

çözeltilerde amaç pH'ı sabit tutmak iken kimyasal dengede sabit tutulmak istenen hızdır.”, “tampon çözeltiler dengeye nötralleşme yönünde etki eder”, “Evet vardır Tampon çözeltilerden gelen zayıf türler denge reaksiyonlarına etki yapar, ortak iyon gibi, buradan da türlerin derişimi artar veya azalır, ihmaller yapılır.” gibi alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan ifadeler yer almaktadır.

Öğrencilerin 6. soruya (0) düzeyinde cevap veren %28,57 , (1) düzeyinde %34,28 , (2) düzeyinde %5,71 , (3) düzeyinde %28,57 , (4) düzeyinde %2,85 cevap veren bulunmaktadır. 6. soruda tampon çözeltilesindeki dengenin statik mi dinamik mi olduğunu tartışılması istenmiştir. Öğrencilerin anlama seviyeleri çoğunlukla (1) düzeyinde yer almaktadır. Cevaplarda “Tampon çözeltilerde asit baz eklendiğinde o an için denge kuruluncaya kadar dinamik bir denge vardır. Daha sonra durağanlaşır.” , “statiktir çünkü pH çok az değişiyor.” , “Statiktir.” gibi alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan ifadeler yer almaktadır.

3. soruda öğrencilerin çoğunluğunun (1) düzeyinde olması ve 6. soruda (0) ve (1) düzeyinde yer alan katılımcı sayısının birbirine yakın olması öğrencilerin tampon çözeltilerdeki denge ile kimyasal denge arasında doğru bir ilişkilendirme yapamadığını göstermektedir. Tampon çözeltilerdeki dengenin dinamik oluşunun kimyasal dengeyle olan ilişkisi çerçevesinde ortaya konabilmesi için öğrencinin kimyasal dengeyle ilgili olarak bilimsel bir modele sahip olması gerekmektedir (Ekiz Kıran vd. , 2018). 3. ve 6. soruların anlama seviyeleri birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin 6. soruya cevap verememeleri kimyasal denge konusunda eksiklikleri olduğunu ya da tampon çözeltilerin kimyasal dengeden bağımsız olarak statik olduğunu belirtmek kavramların yanlış anlaşıldığını göstermektedir (Ural ve Seçken, 2018).

Katılımcılar 4. soruya (0) düzeyinde %8,57, (1) düzeyinde %14,28 , (2) düzeyinde %48,57, (3) düzeyinde %11,42, (4) düzeyinde %17,14 cevap vermişlerdir. 4. soruda tampon çözeltilerinin asidik mi, nötr mü ve bazik mi olduğu sorgulanmıştır. Öğrencilerin anlama seviyeleri çoğunlukla (2) düzeyinde yer almaktadır. Buradan anlaşılmaktadır ki öğrencilerin yanlış ilişkiler içeren ve temel düzeyde kurulan ilişkileri içeren; “Tampon çözeltilerin bulunduğu ortam asidik veya bazik olabilir. Çünkü ancak bunlara bir etkisi olabilir tampon çözeltilerin, nötral çözeltilerde ise etkileyeceği bir değer olmadığı için böyle ortamlarda kullanılmaz” , “Nötraldir çünkü asit baz tepkimeleri sonucunda oluşur. pH değeri sabitlenir” ,

“Kullanılan Tampon çözelti neye göre değişir. Ortamın asitliğini kullanılan kuvvetli asit veya kuvvetli baz belirler. Tampon çözelti sadece dengeyi korur.” gibi cevaplar verdiği görülmektedir.

Katılımcılar 9. soruya (0) düzeyinde %20, , (1) düzeyinde %14,28 , (2) düzeyinde cevap veren yok, (3) düzeyinde %5,71 , (4) düzeyinde %60 oranında cevap vermişlerdir. 9. soruda günlük yaşamdan tampon çözeltilere örnek verilmesi istenmiştir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (4) düzeyinde cevap vermiştir. Dolayısıyla öğrencilerin yarıdan fazlası günlük yaşamdaki tampon çözeltilerle ilgili; “Göller buna iyi bir örnek olabilir, gölün asit baz dengesi bu şekilde sağlanır.” , “Kan ve mide özsuğu” , “İdrar” gibi örnekler vererek bilimsel düzeyde ilişki kurabildiklerini göstermiştir. Çiftçi ve Aydın (2020); Derman ve Güneş (2020)’ e göre öğrencilerin günlük yaşamdan tampon çözeltilere örnekler verebilmede başarılı oldukları bu tez çalışmasında tespit edilen bilgiyi desteklemektedir.

10. soruda katılımcılar (0) düzeyinde %14,28 , (1) düzeyinde ve (2) düzeyinde cevap veren yok, (3) düzeyinde %51,42 , (4) düzeyinde %34,28 oranlarında cevap vermişlerdir. 10. soruda öğrencilerin tampon çözeltileri hayatlarındaki bir şeyle ilişkilendirmelerini nedeniyle açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin çoğunluğu; “Arkadaşımla aramdaki ilişkiye benziyor zayıf yönleri mi tamamlayarak veya ben onunkini tamamlayarak denge kurarız” , “Tampon çözelti peçeteye benzer. Çünkü peçete bir sıvı döküldüğünde fazlasını silmemize yardımcı olur. Tampon çözelti de ani pH’ yı engeller” , “Tampon çözelti teraziye benzer çünkü pH sabit ve istediğimiz değerde tutabilmemiz için gereklidir ve belli bir dengede sabit kalmalıdır” , “Tampon çözelti anneye benzer Çünkü anne evdeki ortamın dengelenmesini sağlar çocuk ile baba arasındaki dengeden sorumludur. Çocuğun durdurulması gereken yerde durdurur, pH dengelemesi.” gibi cevaplarla doğru ve kabul edilebilir düzeyde (3) anlama düzeyinde bulunmaktadır.

Burada dikkat çeken nokta katılımcılar günlük yaşamda kullanılan tampon çözeltilere örnekler verebiliyorlar ve tampon çözeltiyle ilgili analogiler kurabiliyorlarken, tampon çözeltiye dengeyi kimyasal dengeyle ilişkilendirememektedirler. Baldwin ve Orgill (2019) çalışmasında öğrencilerin asit-baz titrasyonundaki matematiksel hesaplamaları yapmakta zorlanmaları sebebiyle tampon çözeltiye pH’ ını da hesaplayamadıkları tespit etmişlerdir. Bu çalışmada

ise, öğrencilerin (Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö12, Ö13, Ö16, Ö18, Ö21, Ö22, Ö23, Ö25, Ö26 ve Ö32) daha temel kimya kavramlarını anlamadıkları için tampon çözeltilerdeki kimyasal dengeyi açıklayamadıkları tespit edilmiştir. Baldwin ve Orgill (2019)' in çalışmasında tampon çözeltilerin pH' sı asit-baz titrasyondaki matematiksel işlemlere dayanmaktadır ve öğrencilerin bu temel konudaki bilgi düzeylerinin düşük olması, hazırladıkları tampon çözeltilerinin pH' ını da hesaplayamamalarına sebep olmuştur. Bu çalışma ise kimyasal dengenin dinamizmini anlayamayan öğrencilerin tampon çözeltilerdeki kimyasal dengenin dinamizmini açıklayamadıklarını ortaya çıkarmıştır. Katılımcılar daha önce öğrendikleri bir konuyu ilgili başka bir konuya transfer edememektedirler.

İşlemsel Soru Türleri.

5. soruya katılımcılar (0) düzeyinde %31,42 , (1) düzeyinde %34,28 ve (2) düzeyinde %14,28, (3) düzeyinde %2,85 , (4) düzeyinde %17,14 oranında cevap vermişlerdir. 5. soruda öğrencilerin bir tampon çözeltisinin bulunduğu çözeltideki fonksiyonunun ne olduğunu bir örnekle açıklamaları beklenmiştir. Cevapların büyük bir çoğunluğunun (0) ve (1) düzeyinde yer almaktadır ve “tampon çözeltinin işlevi pH değişimini engellemektir”, “tampon çözeltileri kendileri ile karıştırılan başka çözeltilerin pH değerini sabit tutmaya yardımcı olması için kullanılır. Örneğin enzimlerimizin doğru çalışabilmesi için gereken sabit bir pH değeri korumak üzere kan doğal tamponlar içerir”, “ $\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ ortamı olsun. Üstüne bir asit eklediğinde baz devreye giriyor. Amonyak nötürleşme yaparak pH'ı belli aralıkta kalmasını sağlıyor. Baz dökersem tuz devreye giriyor NH_4^+ ortamın pH'ını dengeliyor” gibi alternatif kavram ve/veya bilimsel olmayan ifadeler içermektedir. “pH değerini sabit tutmak” kavramı cevapların büyük bir çoğunluğunda tampon çözeltilerin fonksiyonu olarak belirtilmiştir. Kimya öğretmeni adayları ile yapılan başka bir çalışmada da tampon çözeltilerin fonksiyonu katılımcılar tarafından çözeltinin pH değerini sabit tutmak olarak belirtilmiştir (Derman ve Güneş, 2020; Orgill ve Sutherland, 2008). Bu soruyla beraber öğrencilerin bir örnek vererek tampon çözeltilerin fonksiyonunu belirlemedikleri de ortaya çıkarılmıştır.

8. soruda katılımcılar (0) düzeyinde %80, (1) düzeyinde %2,85 ve (2) düzeyinde %2,85, (3) düzeyinde cevap veren yok , (4) düzeyinde %14,28 oranında cevap vermişlerdir. 8. soruda öğrencilerin $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$ 'tan oluşan bir tampon çözeltiye; HCl ilave edildiğinde tampon çözeltisinde bu etkiyi

azaltmak için ne tür tepkimelerin meydana geleceği ve NaOH ilave edildiğinde tampon çözeltisinde bu etkiyi azaltmak için ne tür tepkimelerin meydana geleceğini yazmaları beklenmiştir. Sonuçta %80 gibi bir dağılımla öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (0) anlama düzeyinde cevap vermiştir. (0) düzeyinde bulunan katılımcılar soruyu cevapsız bırakmıştır. Bu sonuç 1. soru ve 5. soru analizleriyle tutarlıdır çünkü tampon çözeltiyi nasıl tanımlayacağını bilmeyen, tampon çözeltinin fonksiyonunu ifade edemeyen bir öğrenciden ortama kuvvetli asit ya da baz eklendiğinde tampon çözeltinin işlevini bilimsel ya da kısmen bilimsel olarak ifade etmesi beklenmemelidir.

Görüşme Sorularına Ait Cevapların Analizinden Elde Edilen Verilerle Zihinsel Modellerin Belirlenmesi.

Öğrencilerin çoğunluğu tampon çözelti kavramının tanımının temelde yer aldığı tam teorik modelde ve kavramsal modelde yer almaktadır. Katılımcılar tampon çözeltileri tanımlayabildiği gibi farklı kavramlarla da ilişkilendirebilmektedir fakat bu ilişkilendirmeyi bir tepkime mekanizması izleyerek ifade edemedikleri tespit edilmiştir. Buradaki tepkime mekanizmasında kimyanın submikroskobik dili ağır basmaktadır. Katılımcılar üst bilişsel becerilerini kullanarak açıklamalar yapamamaktadırlar. Burada üst bilişsel beceriden kasıt; herhangi örnek bir mekanizmayı kullanarak tampon çözeltileri tanımlayabilmektir. Tepkime mekanizmalarını gösterememelerinin temelinde, tampon çözeltilerin tanımını sadece ezberledikleri düşünülmektedir. Böylece öğrencilerin tampon çözeltilerde meydana gelen tepkime mekanizmalarını bilmedikleri ya da doğru bir şekilde ifade edemedikleri anlaşılmaktadır.

Öğrencilerin tampon çözeltilerle ilgili genelde kavramsal sorularda bilimsel nitelikte anlamalara sahip oldukları, işlemsel ve ilişkisel bağın gerektiği sorularda başarı gösteremedikleri tespit edilmiştir.

Uygulanan bir öğretim tekniği ile öğrencinin zihninde neyin canlandığını kuramsallaştırabilmenin o bilim dalının öğretiminde kolaylığı ve gerçekliği sağlayacağı düşünülmektedir. Kimya eğitimcileri için zihin modellerinin büyük bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Algıladığınız her şey atomlar ile vardır. Atomlar bütün maddelerin yapı taşıdır. Kimyacılar atomları, onların oluşturduğu molekülleri ve meydana getirdikleri reaksiyonları açıklamak için kullanırlar. Bu,

derin ve geniş bir konu yelpazesine sahip olan kimya bilimine ait konu hiyerarşisinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu yelpazedeki konuların dinamizmi, birbirleriyle etkileşimi öğrencide farklı ama birbirleriyle bağlantılı imgelerin oluşmasını sağlamalıdır. Kimya öğretimindeki esasın bu olduğu düşünülmektedir. Örneğin; glikozun suda moleküler halde çözünmesi ile NaCl' ün suda iyonik halde çözünmesi birbirleriyle farklı ama ilişkili olaylardır. En temelde atomların birbirleriyle bağlantısı yatar. Bunun nasıl ve ne kadarının öğrencinin zihninde modellendiğini tespit etmeden öğrenciyi değerlendirmek, didaktik ve ezberci bir eğitim anlayışının yerleşmesine sebep olabilir. Bunun için kimya eğitiminde, konuların tamamında yapılamasa dahi özellikle submikroskobik dilin ağır bastığı ve karmaşık konularda öğrencilerin zihin modelleri incelenmeli ve kimya eğitimi buna göre şekillenmelidir.

Kimya öğretmen adaylarının “tampon çözeltiler” konusundaki zihinsel modellerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının çoğunun tampon çözeltiler ile ilgili “Ö29” gibi bilimsellikten uzak, “Ö11”, “Ö16”, “Ö21”, “Ö26”, “Ö29” gibi kavram yanılgıları içeren açıklamalar yaptığı görülmüştür. Kavramları öğretecek olan öğretmen adaylarının, kavram yanılgılarına sahip olmaları düşündüren sorunlardandır. Görüşmelerde katılımcılara yöneltilen soruların kavramsal düzeyde olmalarına rağmen katılımcıların cevap verirken zorlandıkları ve verdikleri cevaplardan çoğu zaman emin olamadıkları görülmüştür. Yapılan çalışmada sorulan sorular karşısında nasıl cevap vereceğini bilemeyen veya verdiği cevabın yeterli olmadığıyla yüzleşen öğretmen adaylarının eksiklikleri ile ilgili farkındalıkları da oluşmuştur.

Görüşmeler boyunca tampon çözeltiler ile ilgili temel kavramlar üzerinden yola çıkılarak katılımcıların olayı zihinlerinde nasıl yapılandırdıklarını ortaya çıkarmak öncelikli amaç olmuştur. Sonuç olarak her öğretmen adayının kendi zihninde tampon çözelti ile ilgili bir modelin olmadığı görülmüştür. Bazı katılımcılar sorulan sorular karşısında hiç düşünmedikleri yapıları düşünmeye çalışmışlardır. Bu durumda olan katılımcıların zorlandıkları, bir soruya ait cevaplarında birden fazla temaya uygunluk tespit edilmiştir ve hangi modeli doğru kabul etmeleri gerektiği konusunda kararsız kaldıkları gözlemlenmiştir.

Kimya dersinde konuların formüller üzerinden anlatılması kolay olduğundan, öğretmenler arasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoğu kimya öğretmeni

tampon çözeltilerle ilgili formülleri ezbere bilmekte ve formüllere dayalı sorularla karşılaştıklarında soruları çözebilmektedir; fakat neden ve nasıl sorularına cevap arandığında zorlanılmaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, öğrencilerin tampon çözeltiler hakkındaki kavram yanılgıları üzerine yapılan önceki araştırmalarla tutarlıdır (Urbansky ve Shock, 2000; Orgiil ve Sutherland, 2006; Nuswovati ve Purwanti, 2018). Bununla birlikte, mevcut çalışma, kimya öğretmen adaylarının tampon çözeltilerle ilgili zihinsel modellerini belirlediği için bu çalışmalardan farklıdır. Bu açıdan bu tez çalışması kimya eğitime önemli katkılar sağlayacaktır. Belirlenen zihinsel modellerin herhangi bir öğrencinin gerçek zihinsel modellerini temsil ettiğini iddia etmek gerçekçi olmadığı için tespit edilmiş zihinsel modellerin, öğretmenlerin öğrencilerin tampon çözeltileri anlamadaki zorluklarını daha iyi anlamalarına ve ardından bilimsel modellerin oluşturulmasını desteklemek için daha etkili yollar geliştirmelerine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Hem kimya öğretmen adaylarının tampon çözeltilere ait zihinsel modellerinin belirlenmesi hem de hatalı zihinsel modellerin olası kaynaklarının tespiti ve bu bulgulara dayalı öğretim önerileri bu tez çalışmasının katkıları arasındadır. Ortaya çıkarılan zihinsel modeller aracılığıyla, bilim eğitimcileri ve araştırmacılar, öğrencilerin tampon çözeltilerle ilgili kavramlaştırmalarını ve öğrenme zorluklarını daha iyi anlayabilir ve daha sonra bilimsel modellerin oluşturulmasını teşvik eden daha etkili öğretim yaklaşımları tasarlayabilirler.

Kaynaklar

- Al-Balushi, S. M. (2011). Students' evaluation of the credibility of scientific models that represent natural entities and phenomena. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 571-601.
- Al-Balushi, S. M. (2013). The relationship between learners' distrust of scientific models, their spatial ability, and the vividness of their mental images. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 707-732.
- Ackermansa,K., Rusmana, E., Nadolskia, R., Spechta, M. & Brand-Gruwel, S. (2019). Video-or text-based rubrics: What is most effective for mental model growth of complex skills within formative assessment in secondary schools?. *Computers in Human Behavior*, 248-258.
- Amalia, R., Sari M. I., ve Sinaga, P. (2017). Students' mental model on heat convection concept and its relation with students conception on heat and temperature. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 812 012092.
- Atasoy, B. (2004) *Fen öğrenimi ve öğretimi* (2. Baskı). Ankara: Asil Yayın.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve 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.
- Atkins, P. (2013). *Chemistry: A very short introduction*. (F. Sarı, Çev.) İstanbul: Mutlu Basım
- Aydın, İ. & Özgürtaş, T. (2007). Bilim ve modelleme. *Türk Biyokimya Dergisi*, 32 (4), 185–189.
- Ayvacı, H. Ş. , Alev, N. & Yıldız, M. (2015). Öğrenme kazanımlarının tasarlanma sürecine ilişkin lisansüstü öğrencilerinin zihinsel modellerini belirlemeye yönelik bir çalışma. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23 (3) , 1013-1030.

- Baldwin, N. & Orgill, M. (2019). Relationship between teaching assistants' perceptions of student learning challenges and their use of external representations when teaching acid–base titrations in introductory chemistry laboratory courses. *Chemistry Education Research And Practice*, 20, 821-836.
- Bozkurt, A. (2020). Koronavirüs (covid-19) pandemisi sırasında ilköğretim öğrencilerinin uzaktan eğitime yönelik imge ve algıları: bir metafor analizi. *Uşak Üniversitesi, Eğitim Araştırmaları Dergisi*. 6(2), 1- 23.
- Büyüköztürk, Ş. (2008) *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in k-12 classrooms: understanding a framework for k-12 science education. *The Science Teacher*, 78(9), 34-40.
- Case, M.J. ve Fraser, M.D.(1999). An investigation into chemical engineering students' understanding of the mole and the use of concrete activities to promote conceptual change. *International Journal of Science Education*, 21 (12), 1237-1249.
- Chi, M. T. H. (2008). *Three types of conceptual change: belief revision, mental models transformation, and categorical shift*. In S. Vosniadou (Ed.), Handbook of research on conceptual change, 61-82. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chittleborough, G., Treagust, D. F., ve Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4). 357-368.
- Coll, R. K. and Treagust, D. F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, 31, 357-382
- Coll, R. K. and Treagust, D. F. (2003). Learners' mental models of metallic bonding: a cross-age study. *Science Education*, 87, 685-707.
- Coll, R. K., 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.

- Çiftçi, B. & Aydın, A. (2020). Türkiye ve singapur ortaöğretim kimya dersi öğretim programlarında bulunan “çözeltiler” ünitesindeki kazanımların benzerlik yönünden karşılaştırılması. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 5 (2) , 205-222.
- Çoban, G. Ü. & Şengören, S. K. (2009). Fizik Öğretmen Adaylarının Gölge Konusundaki Zihinsel Modelleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (25) , 1-8.
- Çökelez, A. ve Yalçın, S. (2012). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modellerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 11 (2) , 452-471.
- Demircioğlu, G. , Demircioğlu, H. & Vural, S. (2016). 5E öğretim modelinin üstün yetenekli öğrencilerin buharlaşma ve yoğunlaşma kavramlarını anlamaları üzerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(2) , 821-838.
- Derman, A. & Güneş, F. (2020). Kimya öğretmeni adaylarının asit-baz konu alanıyla ilgili bilişsel yapıları. *International Journal of Society Researches , Eğitim ve Toplum Özel sayısı*, 5884-5910 .
- Drastisianti, A., Supartono, Wijayati, N. ve Susilaningih, E. (2018). Identification of misconceptions on buffer material using three-tier test in the learning of multiple representation. *Journal of Innovative Science Education*, 7 (1): 95-100.
- Dunbar, K. (1999). How scientist build models in vivo science as a window on the scientific mind. In L. Magnani, N. J. Nersessian ve P. Thagard (Eds.), *Model-based reasoning in scientific discovery* 85-99. Boston, MA: Springer US.
- Durukan, Ü. G., (2019). Elektrik akım konusuna yönelik tasarlanan adidaktik öğrenme ortamlarının lisans öğrencilerinin zihinsel modellerinin gelişimine etkisi. (Doktora tezi) Trabzon Üniversitesi.
- Durukan, Ü. G. ve Paliç-Şadoğlu, G. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının aynalarda görüntü konusuna ilişkin kavramsal anlamaları ve zihinsel modelleri. *Trakya Eğitim Dergisi*, 10(2), 330-346.

- Ekiz Kıran, B. , Kutucu, E. S. , Tarkın Çelikkıran, A. & Tüysüz, M. (2018). Kimya öğretmen adaylarının kimyasal dengeye ilişkin zihinsel modelleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* , 15 (1) ,1081-1115.
- Fazio C., Battaglia O. R. ve Paola, B. D. (2013). Investigating the quality of mental model deployed by undergraduate engineering students in creating explanation: the case of thermally activated phenomena. *Physics Education Research* 9, 020101.
- Febrina, İ. (2019). Description mental model students of thermochemistry basic concept. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 14 , 05-12.
- Gobert, J. D., Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Gödek, Y. (2004) The importance of modelling in science education and in teacher education. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 54-61.
- Gilbert, J. K. (1995). Studies and fields: directions of research in science education. *Studies in Science Education*, 25(1), 173-197.
- Gilbert, J. K., ve Boulter, C. J. (2000). Learning sciences through models and modelling. In B. J. Fraser, ve K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education*, 53-66.
- Glynn, R. and Duit, S. (1996). *Mental Modelling. Research in Science Education in Europe*, 1st Edition, Page: 9.
- Greca, I. M. and Moreira, M. A. (2002). Mental models, conceptual models and modelling. *Instructional Journal Science Education*, 22, 1-11.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç., ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 1(1).
- Güneş, B. (2007). Fizikte kavram yanılgıları, *Fen Eğitimi Dergisi*, (1)1, 35-48.

- Harrison, A. G., ve Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Harrison, A. G., ve Treagust, D. F. (1998). modelling in science lessons: are there better ways to learn with models?. *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Heidbrink, A. and Weinrich, M. (2021). Encouraging biochemistry students' metacognition: reflecting on how another student might not carefully reflect. *Journal of Chemistry Education*, 98(9), 2765–2774.
- Hmelo, C. E., Holton, D. L., ve Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247-298.
- İşildak, S. (2008). Yaratmada ilk adım: imge ve imgelem. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi* (2)1, 64–69.
- Ingham, A. and Gilbert, J. K. (2007). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, Volume:13, 193-202.
- Jacobson, M. J., ve Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11-34.
- Johnson-Laird, P. N. (1994). *Mental models, deductive reasoning, and the brain*. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The Cognitive Neurosciences*, 999-1008. Cambridge, MA: MIT Press.
- Johnson-Laird, P. N. (2009). *How we reason (1st edition)*. Don Mills, ON: Oxford University Press Canada.
- Johnson-Laird, P. N. (2013). Mental model and cognitive change. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 131-138.

- Johnson-Laird, P. N., Khemlani, S. S., ve Goodwin, G. P. (2015). Logic, probability, and human reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(4), 201-214.
- Jones, A. M. (2015). The use and abuse of powerpoint in teaching and learning in the life sciences: a personal overview. *Bioscience Education*, 2(1), 1-13.
- Justi, S. R. and Gilbert, K. J. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, (24)4, 369-387.
- Kayapınar, A. (2015). *Matematiksel problem çözme stratejileri öğretiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin problem çözme performanslarına ve öz düzenleyici öğrenmelerine etkisi* (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Kelly, R. M. ve Akaygun, S. (2016). Insights into how students learn the difference between a weak acid and a strong acid from cartoon tutorials employing visualizations. *Journal of Chemical Education*, April, 93, 1010 – 1019.
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., ve Puntambekar, S. (1998). Learning by design from theory to practice. *Proceedings Third International Conference of the Learning Sciences*, 16-22. Atlanta, GA.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 9-40.
- Krnel, D., Watson, R. and Glazar, S. A. (1998). Survey of research related to the development of the concept of 'matter'. *International Journal of Science Education*, 20(3), 257-289.
- Khasanah, N., Wartono, Yulianti, L. (2016). Analysis of mental model of students using isomorphic problems in dynamics of rotational motion topic. *JPII* 5 (2), 186-191.
- Kıldan, A. O. , Kurnaz, M. A. & Ahi, B. (2013). Mental models of school for preschool children. *European Journal of Educational Research* , 2 (2) , 97-105 . DOI: 10.12973/eu-jer.2.2.97

- Kurnaz, M.A., ve Değermenci, A. (2012). 7. Sınıf öğrencilerinin güneş, dünya ve ay ile ilgili zihinsel modelleri. *İlköğretim Online* 11(1),137-150.
- Kurnaz, M. A. ve Emen, A. Y. (2014). Student mental models related to expansion and contraction. *Acta Didactica Napocensia*, (1)7, 59-67.
- Kusumaningrum, I. A., Ashadi, A. ve Indriyanti, N. Y. (2017). Scientific approach and inquiry learning model in the topic of buffer solution: a content analysis. *Journal of Physics: Conf. Series* 895, 012042.
- Larson, K. G., Long, G. R. ve Briggs, M. W. (2012). Periodic properties and inquiry: student mental models observed during a periodic table puzzle activity. *Journal of Chemical Education*, 89, 1491 – 1498.
- Lin, J. V. and Chiu, M. H. (2007). Exploring the characteristics and diverse sources of students' mental models of acids and bases, *International Journal of Science Education*, Vol. 29, No. 6, 771-803
- Maskill, R., Cachapuz, A. F. C. and Koulaidis, V. (1997). Young pupils' ideas about the microscopic nature of matter in three different european countries. *International Journal of Science Education*, 19(6), 631-645.
- Morrison, M., ve Morgan, M. S. (1999). Models as mediating instruments. in m. morrison ve m. s. morgan (eds.), models as mediators. *Perspectives on Natural and Social Science*, 10-37. Cambridge: Cambridge University
- Nakiboğlu, C. , Karakoç, Ö. & Benlikaya, R. (2016). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2 (2).
- Niebert, K., ve Gropengiesser, H. (2013). The model of educational reconstruction: a framework for the design of theory-based content specific interventions. the example of climate change. In T. Plomp ve N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research - Part B: Illustrative cases* (ss. 511-531). Enschede, the Netherlands: SLO.
- Nuswowati, M. and Purwanti, E. (2018). The effectiveness of module with critical thinking approach on hydrolysis and buffer materials in chemistry learning. *Journal of Physics: Conf. Series* 983, 012171.

- Odenbaugh, J. P. (2005). Idealized, inaccurate but succesful: a pragmatic approach to evaluating models in theoretical ecology. *Biology and Philosophy*, 20(2), 231-255.
- Orgill, M., & Sutherland, A. (2006). Undergraduate chemistry students' perception of and misconception about buffer and buffer problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 131–143.
- Ornek, F. (2008). Models in science education: applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental ve Science Education*, 3(2), 35-45.
- Orwat, K., Bernard, P., & Migdał-Mikuli, A. (2017). Alternative conceptions of common salt hydrolysis among upper-secondaryschool students. *Journal of Baltic Science Education*, 16(1), 64–76.
- Özsoy, G. (2008). Üstbiliş. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(4), 713-740.
- Pabuçcu, A. (2016). Öğretmen adaylarının asit yağmurlarıyla ilgili bilgilerinin kimya okur- yazarlığı açısından incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16 (3), 961-976.
- Parlina, A., Hermita, N., Alpusari, M., Noviana, E. (2019). Identifying pupils' mental model of the day and night concept. *Journal of Teaching and Learning in Elementary Education*, (2)2.
- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Journal of Turkish Science Education* 7(2), 79-110.
- Pramesti, Y. S. ve Setyowidodo, I. (2018). *J. Phys.: Conf. Ser.* 1013 012024
- Redhana, I. W., Sudria, I. B. N., Hidayat, I. ve Merta, L. M. (2017). Identification of chemistry learning problems viewed from conceptual change model. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6 (2), 356-364.
- Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen H., Walberg-Henriksson ve Hemmo, V. (2007), now: a renewed pedagogy for the future of europe 1. *Science Education*.

- Ross, B. and Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: A study of high school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-23.
- 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.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Schwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modelling: making scientific modelling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Sesen, B. A. & Tarhan, L. (2011). Active-learning versus teacher-centered instruction for learning acids and bases. *Research in Science & Technological Education*, 29(2), 205–226.
- Shen, Z., Tan, S. ve Siau, K. (2017). Using cognitive maps of mental models to evaluate learning challenges: a case study. *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*. ISBN: 978-0-9966831-4-2
- Stavridou, H., and Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and the construction of the chemical reaction concept during secondary education. *International Journal of Science Education*, 20(2), 205-221.
- Swan, J. A. (1995), Exploring knowledge and cognitions in decisions about technological innovation: mapping managerial cognitions, *Human Relations*, (48)11, 1241-1270.
- Taber K. S. and García-Franco A., (2010), Learning processes in chemistry: drawing upon cognitive resources to learn about the particulate structure of matter, *J. Learn. Sci.*, 19, 99–142.
- Tellis, W. M. (1997). Introduction to case study. *The Qualitative Report*, 3(2), 1-14.

- Treagust, D. F., Chittleborough, G., ve Mamiala, T. L. (2001). Learning introductory organic chemistry: secondary students' understanding of the role of models and the development of scientific ideas. *Paper presented at American Educational Research Association, Seattle, WA.*
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., ve Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education, 24*(4), 357-368.
- Tümay, H. (2014). Prospective chemistry teachers' mental models of vapor pressure. *Chemistry Education Research and Practice, April*, 366-379.
- Ulutaş, B. (2010). *Kimya eğitimi öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki zihinsel modelleri ve bilişsel haritaları* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi: Ankara
- Ural, E. & Seçken, N. (2018). Kimya öğretmen adaylarının denge konusundaki zihinsel modelleri ve bilgiyi transfer edebilme düzeylerinin araştırılması. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi.*
- Urbansky E. T. and Shock M. R., (2000), Understanding, deriving, and computing buffer capacity, *J. Chem. Educ.*, 77, 1640-1644.
- Utami, A.D., Sa'dijah, C., Subanji, Irawati, S. (2019). Students' pre-initial mental model: the case of indonesian first-year of college students. *International Journal of Instruction January, Vol.12, No.1.*
- Ültay, E., Usta, N., ve Durmuş, T., (2017). Eğitim alanında yapılan zihinsel model çalışmalarının betimsel içerik analizi. *Yaşadıkça Eğitim, Cilt 31, Sayı 1*, s.21-40.
- Van Driel, J.H., ve Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modeling in science. *International Journal for Science Education, 21*(11), 1141-1153.
- West, L.H.T., Fensham, P.J. & Garrard, J.E., (1985). Describing the cognitive structures following instruction in chemistry, *In L.H.T. West & A.L. Pines (Ed.) Cognitive Structures and Conceptual Change.* p. 29-49. Orlando, F.L. Academic Press).

- Willingham, D. (2017). *International Mind, Brain, And Education*. (11), 4.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69. doi:10.1016/0959-4752(94)90018-3
- Vosniadou, S., ve Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535-585.
- Yıldız, S. (2016). *Isı ve aktarımıyla ilgili sekizinci sınıf öğrencilerinin zihinsel modellerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi
- Yüce, G. (2013). *Kimya öğretmen adaylarının kimyasal reaksiyonlar konusunda zihinsel modellerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi: Ankara.

EK-E: Tampon Çözeltiler Konusu Üzerine Hazırlanmış Görüşme Formu

1. Tampon çözelti nedir?
2. Tampon çözeltiler hangi maddelerden oluşur?
3. Kimyasal denge ve tampon çözeltilerdeki denge arasında bir ilişki var mıdır?

Tampon çözeltilerdeki dengeyi bir şeye benzetebilir misin? Neden?

4. Tampon çözeltiler

Asidiktir; çünkü...

Baziktir; çünkü...

Nötraldir; çünkü...

5. Bir tampon çözeltisinin bulunduğu çözeltideki fonksiyonu nedir, örneklerle açıklayınız.

6. Tampon çözeltisindeki denge durağan mıdır?

7. NaCl/HCl

$\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$

$\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$

AgCl/HCl

Yukarıda verilen madde çiftlerinden hangisi/hangileri tampon çözeltidir?

8. Bir önceki soruya vereceğiniz cevaba göre tepkime mekanizması yazınız.

** $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COONa}$ 'tan oluşan bir tampon çözeltiye;

a) HCl ilave edildiğinde tampon çözeltisinde bu etkiyi azaltmak için ne tür tepkimeler meydana gelir yazınız.

b) NaOH ilave edildiğinde tampon çözeltisinde bu etkiyi azaltmak için ne tür tepkimeler meydana gelir yazınız.

9. Günlük yaşamınızdan tampon çözeltilere örnek veriniz

10. Tampon çözeltiler ----- benzer. Çünkü-----

EK-F: Katılımcıların Matris Kalıpları

Ö/S	1S Kavramsal				2S Kavramsal				7S Kavramsal				5S İşlemsel				8S İşlemsel				6S İlişkisel				3S İlişkisel				9S İlişkisel				10S İlişkisel				4S İlişkisel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1				X												X																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

[illegible]

EK-A: Etik Komisyonu Onay Bildirimi



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük

Tarih: 15/03/2021
Sayı: E-35853172-300-00001499356

0001499356

Sayı : E-35853172-300-00001499356
Konu : Nazlı Gizem TİMURCAN (Etik Komisyon İzni)

15.03.2021

EGİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: 18.02.2021 tarihli ve E-51944218-300-00001453615 sayılı yazı.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Kimya Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi **Nazlı Gizem Timurcan ERDAL**'ın **Prof. Dr. Nilgün SEÇKEN** sorumluluğunda yürüttüğü "**Tampon Çözeltiler Konusunda Zihinsel Modellerin Belirlenmesi**" başlıklı tez çalışması Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun **09 Mart 2021** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Vural GÖKMEN
Rektör Yardımcısı

EK-B: 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.

14 / 12 / 2021

Nazlı Gizem Timurcan ERDAL

EK-C: Yüksek Lisans Tez Çalışması Orijinallik Raporu

14 / 12 / 2021

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Tampon Çözeltiler Konusunda Zihinsel Modellerin 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
14 / 12 /2021	110	20980	10 / 01 / 2022	17	1730071454

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı 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: Nazlı Gizem Timurcan Erdal

Öğrenci No.: N18124456

Ana Bilim Dalı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

Programı: Kimya Eğitimi Yüksek Lisans

Statüsü: ☒ Y.Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

İmza

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Nilgün SEÇKEN

EK-Ç: Thesis/Dissertation Originality Report

14/12/2021

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Mathematics and Science Education

Thesis Title: Determination Of Mental Models For Buffer Solutions

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
14 / 12 /2021	110	20980	10 / 01 / 2022	17	1730071454

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: Nazlı Gizem Timurcan Erdal
Student No.: N18124456
Department: The Department of Mathematics and Science Education
Program: Chemistry Education
Status: ☒ Masters ☐ Ph.D. ☐ Integrated Ph.D.

Signature

APPROVED
Prof. Dr. Nilgün Seçken

EK-D: Yayımlama 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 ilişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

14 /12 /2021
Nazlı Gizem
Timuçan Erdal

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına ilişkin 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 internette 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