
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN HÜCRE ZARINDAN MADDE GEÇİŞLERİ KONUSUNDAKİ ZİHİNSEL MODELLERİ

Büşra Özkaya Salman

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

EKİM, 2019

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren …… (…..) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

Adı : Büşra
Soyadı : ÖZKAYA SALMAN
Bölümü : Biyoloji Eğitimi
İmza :
Teslim Tarihi :

Türkçe Adı: Lise Öğrencilerinin Hücre Zarından Madde Geçişleri Konusundaki Zihinsel Modelleri

İngilizce Adı: Mental Models of High School Students on Transport of Substances Through Cell Membrane

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

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

Yazar Adı Soyadı: Büşra ÖZKAYA SALMAN
İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Büşra ÖZKAYA SALMAN tarafından hazırlanan "Lise Öğrencilerinin Hücre Zarından Madde Geçişleri Konusundaki Zihinsel Modelleri" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Meryem SELVİ
Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi ……

Başkan: Prof. Dr. Rabia SARIKAYA
Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi ……

Üye: Doç. Dr. Dilek Sultan ACARLI
Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi ……

Tez Savunma Tarihi: 19/ 08 /2019

Bu tezin Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Selma YEL
Eğitim Bilimleri Enstitü Müdürü ……

Canım Aileme…

TEŞEKKÜR

Tez yazma sürecimde bana yol gösteren, desteğini hiç esirgemeyen, büyük bir özveriyle yardım eden, sabrı hiç tükenmeyen değerli hocam ve danışmanım Doç.Dr. Meryem SELVİ'ye teşekkür ederim. Her zaman beni motive eden bu sürece inandıran hocam Doç.Dr. Çiğdem Alev ÖZEL'e tüm desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Her zaman motivasyon kaynağım, destekçim annem Sultan ÖZKAYA ve babam Osman ÖZKAYA varlığınız beni her zaman gururlandırıyor. Sizin kızınız olduğum için gurur duyuyorum. Her zaman yanımda olan kardeşlerim Çağrı ÖZKAYA ve Sena Nur ÖZKAYA'ya teşekkür ederim. Bana her zaman inanan desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen eşim Murat SALMAN'a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmamda katılımcı olarak bana destek olan tüm öğrencilerime teşekkür ederim.

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN HÜCRE ZARINDAN MADDE GEÇİŞLERİ KONUSUNDAKİ ZİHİNSEL MODELLERİ

Yüksek Lisans Tezi

Büşra Özkaya Salman
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ekim, 2019

ÖZ

Bu çalışmada biyoloji dersi konuları içerisinde yer alan ve soyut kavramları içerdiği için öğrencilerin birçoğu tarafından anlaşılması zor bir konu olan "hücre zarından madde geçişleri" konusu ile ilgili zihinsel modellerin tespit edilmesi ve konunun öğrenciler tarafından nasıl algılandığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bireyler yeni öğrenecekleri konuları daha önceki konularla bağlantılar kurarak öğrenir. Bu süreçte daha önce sahip olunan zihinsel model ile yeni bilgiler sentezlenerek yeni bir model oluşturulur. Zihinsel modeller kişilerin bilişsel sisteminin kapasitesine ve kavramları nasıl algıladıklarına bağlı olarak şekillenir ve kişilerin sahip olduğu kavram yanılgıları hakkında ipuçları sağlayabilir. Çalışma, farklı sınıf düzeylerinden oluşan 80 lise öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Hücre zarından madde geçişleri konusunun belirli kazanımları doğrultusunda 4 tane açık uçlu soru hazırlanarak veriler toplanmıştır. Öğrencilerin sorulara ilişkin cevaplarını yazarak ve çizerek açıklamaları istenmiştir. Verilerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda öğrencilerin hücre zarından madde geçişleri konusu ile ilgili zihinsel modelleri; büyük maddelerin hücre zarından geçişi, bitki hücrelerinde osmoz, hayvan hücrelerinde osmoz ve difüzyonu etkileyen faktörler olarak gruplandırılmıştır. Ayrıca öğrencilerin konuya ilişkin algılamalarında yetersizlikler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Zihinsel Model, Hücre Zarından Madde Geçişleri, Difüzyon, Osmoz, Fen Lisesi Öğrencileri

Sayfa Adedi : 80

Danışman : Doç. Dr. Meryem SELVİ

MENTAL MODELS OF HIGH SCHOOL STUDENTS ON TRANSPORT OF SUBSTANCES THROUGH CELL MEMBRANE

M.S. Thesis

Büşra Özkaya Salman

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

October, 2019

ABSTRACT

In this study, it is aimed to determine the mental models related to transition matter transitions through the cell membrane which is an issue that is difficult to understand by many of the students because it includes abstract concepts within the subjects of biology course and to determine how the subject is perceived by the students. Individuals learn new topics by making connections with previous topics. In this process, a new model is formed by synthesizing new information with the mental model previously owned. Mental models are shaped according to the capacity of the cognitive system of individuals and how they perceive the concepts, and can provide clues about the misconceptions that people have. The study was conducted with the participation of 80 high school students from different grade levels. Four open-ended questions were prepared and the data were collected in accordance with the specific gains of substance transport through the cell membrane. The students were asked to explain the answers to the questions by writing and drawing. Content analysis was used in the analysis of the data. As a result of this research students' mental models related to matter transitions through cell membrane are grouped as the passage of large materials through the cell membrane, osmosis in plant cells, osmosis in animal cells and diffusion factors. It was also determined that there were insufficiencies in the students' perception of the subject.

Key Words : Mental Model, Substance Transport Through Cell Membrane, Diffusion, Osmosis, Science High School Students

Page Number : 80

Supervisor : Assoc. Prof. Meryem SELVİ

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU ..... **i**
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI ..... **ii**
JÜRİ ONAY SAYFASI ..... **iii**
TEŞEKKÜR ..... **v**
ÖZ ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **viii**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xii**
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ ..... **xv**
BÖLÜM 1 ..... **1**
GİRİŞ **1**
1.1. Problem Durumu **1**
1.1.1. Zihinsel Model **3**
1.1.2. Hücre Zarından Madde Geçişleri Konusunun Biyoloji Öğretim Programındaki Yeri **6**
1.1.3. İlgili Araştırmalar **6**
1.2. Çalışmanın Önemi **11**
1.3. Çalışmanın Amacı **11**
1.4. Problem Cümlesi **12**
1.4.1. Alt Problemler **12**
1.5. Varsayımlar **12**

1.6. Sınırlılıklar **12**
BÖLÜM 2 ..... **13**
YÖNTEM **13**
2.1 Araştırmanın Modeli **13**
2.2. Çalışma Grubu **13**
2.3. Veri Toplama Aracı **14**
2.4. Verilerin Toplanması **15**
2.5. Verilerin Analizi **15**
2.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği **17**
BÖLÜM 3 ..... **18**
BULGULAR VE YORUM **18**
3.1. Öğrencilerin Büyük Maddelerin Hücre Zarından Geçişi ile İlgili Zihinsel Modelleri **18**
3.1.1. Öğrencilerin Endositoz ile İlgili Zihinsel Modelleri **18**
3.1.2. Öğrencilerin Ekzositoz ile İlgili Zihinsel Modelleri **23**
3.2. Öğrencilerin Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri **27**
3.2.1. Öğrencilerin Hipotonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri **28**
3.2.2. Öğrencilerin Hipertonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri **34**
3.2.3. Öğrencilerin İzotonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri **39**
3.3. Öğrencilerin Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri **42**
3.3.1. Öğrencilerin Hipertonik Ortamdaki Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri **43**
3.3.2. Öğrencilerin Hipotonik Ortamdaki Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri **48**
3.4. Öğrencilerin Difüzyonu Etkileyen Faktörler ile İlgili Zihinsel Modelleri **52**
BÖLÜM 4 ..... **60**

SONUÇ VE ÖNERİLER **60**
4.1. Sonuçlar **60**
4.1.1. Büyük Maddelerin Hücre Zarından Geçişi İle İlgili Sonuçlar **60**
4.1.2. Bitki Hücrelerinde Osmoz ile ilgili Sonuçlar **61**
4.1.3. Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile ilgili Sonuçlar **62**
4.1.4. Difüzyonu Etkileyen Faktörler ile İlgili Sonuçlar **63**
4.1.5. Sınıf Düzeyindeki Farklılıklara Yönelik Sonuçlar **65**
4.2. Öneriler **66**
4.2.1. Uygulamaya Yönelik Öneriler **66**
4.2.2. Araştırmacılar için Öneriler **66**
KAYNAKLAR **68**
EKLER **75**
EK-1. Araştırma İzni **76**
EK-2. Hücre Zarından Madde Geçişleri İle İlgili Soru Formu **77**
ÖZGEÇMİŞ **80**

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 *Endositozla İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri*.....19
Tablo 2 *Ekzositoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri*.....24
Tablo 3 *Hipotonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri*.....29
Tablo 4 *Hipertonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri*.....35
Tablo 5 *İzotonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri*.....40
Tablo 6 *Hipertonik Ortamdaki Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri*.....44
Tablo 7 *Hipotonik Ortamdaki Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri*.....49
Tablo 8 *Molekül Büyüklüğünün Difüzyona Etkisi ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütü*.....53
Tablo 9 *Sıcaklığın Difüzyona Etkisi ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütü*.....53
Tablo 10 *Derişim Farkının Difüzyona Etkisi ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütü*.....54

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Model EN1 ile ilgili 9Ö6'nın çizim ve açıklaması 20

Şekil 2. Model EN2 ile ilgili 10Ö6'nın çizim ve açıklaması 20

Şekil 3. Model EN3 ile ilgili 12Ö12'nin çizim ve açıklaması 21

Şekil 4. Model EN3 ile ilgili 11Ö7'nin çizim ve açıklaması 21

Şekil 5. Model EN4 ile ilgili 12Ö4'ün çizim ve açıklaması 22

Şekil 6. Model EN5 ile ilgili 9Ö13'ün çizim ve açıklaması 22

Şekil 7. Model EN6 ile ilgili 11Ö18'in çizim ve açıklaması 23

Şekil 8. Model EK1 ile ilgili 12Ö14'ün çizim ve açıklaması 25

Şekil 9. Model EK2 ile ilgili 12Ö8'in çizim ve açıklaması 25

Şekil 10. Model EK3 ile ilgili 9Ö7'nin çizim ve açıklaması 26

Şekil 11. Model EK4 ile ilgili 10Ö9'un çizim ve açıklaması 26

Şekil 12. Model EK5 ile ilgili 11Ö14'ün çizim ve açıklaması 27

Şekil 13. Model EK6 ile ilgili 11Ö20'nin çizim ve açıklaması 27

Şekil 14. Model HİPOBO1 ile ilgili 12Ö1'in çizim ve açıklaması.....30

Şekil 15. Model HİPOBO1 ile ilgili 9Ö5'in çizim ve açıklaması.....30

Şekil 16. Model HİPOBO2 ile ilgili 12Ö14'ün çizim ve açıklaması.....31

Şekil 17. Model HİPOBO3 ile ilgili 9Ö10'un çizim ve açıklaması.....31

Şekil 18. Model HİPOBO4 ile ilgili 12Ö17'nin çizim ve açıklaması.....32

Şekil 19. Model HİPOBO5 ile ilgili 9Ö14'ün çizim ve açıklaması.....32

Şekil 20. Model HİPOBO5 ile ilgili 9Ö20'nin çizim ve açıklaması.....33

Şekil 21. Model HİPOBO6 ile ilgili 11Ö8'in çizim ve açıklaması.....33

Şekil 22. Model HİPERBO1 ile ilgili 12Ö3'ün çizim ve açıklaması.....36

Şekil 23. Model HİPERBO1 ile ilgili 11Ö2'nin çizim ve açıklaması.....36

Şekil 24. Model HİPERBO2 ile ilgili 9Ö15'in çizim ve açıklaması.....37

Şekil 25. Model HİPERBO3 ile ilgili 10Ö1'in çizim ve açıklaması.....37

Şekil 26. Model HİPERBO4 ile ilgili 10Ö3'ün çizim ve açıklaması.....38

Şekil 27. Model HİPERBO5 ile ilgili 9Ö12'nin çizim ve açıklaması.....38

Şekil 28. Model İZOBO1 ile ilgili 9Ö1'in çizim ve açıklaması 41

Şekil 29. Model İZOBO1 ile ilgili 9Ö11'in çizim ve açıklaması 41

Şekil 30. Model İZOBO2 ile ilgili 10Ö13'ün çizim ve açıklaması.....41

Şekil 31. Model İZOBO2 ile ilgili 12Ö20'nin çizim ve açıklaması 42

Şekil 32. Model İZOBO3 ile ilgili 9Ö9'un çizim ve açıklaması.....42

Şekil 33. Model HİPERHO1 ile ilgili 11Ö6'nın çizim ve açıklaması 45

Şekil 34. Model HİPERHO1 ile ilgili 11Ö3'ün çizim ve açıklaması 45

Şekil 35. Model HİPERHO2 ile ilgili 10Ö5'in çizim ve açıklaması 46

Şekil 36. Model HİPERHO2 ile ilgili 9Ö6'nın çizim ve açıklaması 46

Şekil 37. Model HİPERHO3 ile ilgili 9Ö2'nin çizim ve açıklaması 47

Şekil 38. Model HİPERHO4 ile ilgili 9Ö13'ün çizim ve açıklaması 47

Şekil 39. Model HİPERHO5 ile ilgili 9Ö16'nın çizim ve açıklaması 48

Şekil 40. Model HİPOHO1 ile ilgili 12Ö13'ün çizim ve açıklaması.....50

Şekil 41. Model HİPOHO2 ile ilgili 12Ö17'nin çizim ve açıklaması.....50

Şekil 42. Model HİPOHO3 ile ilgili 11Ö4'ün çizim ve açıklaması.....51

Şekil 43. Model HİPOHO4 ile ilgili 12Ö10'un çizim ve açıklaması.....51

Şekil 44. Model HİPOHO5 ile ilgili 11Ö9'un çizim ve açıklaması.....52

Şekil 45. Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1 ile ilgili 9Ö7'nin çizim ve açıklaması 55

Şekil 46. Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1 ile ilgili 12Ö9'un çizim ve açıklaması 55

Şekil 47. Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1 ile ilgili 9Ö12'nin çizim ve açıklaması 56

Şekil 48. Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1 ile ilgili 12Ö6'nın çizim ve açıklaması 56

Şekil 49. Model MBD2, Model SD2 ve Model DFD2 ile ilgili 11Ö11'in çizim ve açıklaması 57

Şekil 50. Model MBD2, Model SD1 ve Model DFD3 ile ilgili 10Ö14'ün çizim ve açıklaması 58

Şekil 51. Model MBD3, Model SD1 ve Model DFD3 ile ilgili 10Ö19'un çizim ve açıklaması 59

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

DFD	Derişim farkının difüzyon hızına etkisi ile ilgili zihinsel modeller
EN	Endositozla ilgili zihinsel modeller
EK	Ekzositozla ile ilgili zihinsel modeller
HİPERBO	Hipertonik ortamdaki bitki hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modeller
HİPERHO	Hipertonik ortamdaki hayvan hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modeller
HİPOBO	Hipotonik ortamdaki bitki hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modeller
HİPOHO	Hipotonik ortamdaki hayvan hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modeller
İZOBO	İzotonik ortamdaki bitki hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modeller
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MBD	Molekül büyüklüğünün difüzyon hızına etkisi ile ilgili zihinsel modeller
OB	Osmotik basınç
SD	Sıcaklığın difüzyon hızına etkisi ile ilgili zihinsel modeller
TB	Turgor basıncı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Fen bilimleri alanlarından olan biyolojinin, öğretmenlerin anlatmakta ve öğrencilerin anlamakta zorluk çektiği bir alan olduğu bilinmektedir (Yeşilyurt ve Gül, 2012). Biyolojide bilimsel bilgileri oluşturan kavramların soyut ve yabancı olması, kavramlar arasındaki ilişkilerin karmaşık olması öğrencilerin öğrenmelerini zorlaştırmaktadır. Bu da öğrencilerin konuları anlamadan ezberleyerek öğrenmelerine neden olmaktadır (Kılıç ve Sağlam, 2004).

Soyut düşünerek kavramlar oluşturulduğundan bireyler kavramları yapılandırırken bazı yanılgılar oluşturmaktadır (Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek, 2003). Fen öğrenimi için bazı konularda ayrıntılı kavramsal öğrenim önemlidir ve yanlış kavramlar tespit edilip düzeltilmezse öğrencilerin daha sonraki akademik başarılarını etkilemektedir (Murray, Schultz, Brown ve Clement, 1990; Demir ve Sezek, 2009; Akyürek ve Afacan, 2013; Ecevit ve Şimşek, 2017). Öğrenciler, öğrenecekleri kavramları daha önceki bilgileri üzerine yapılandırırken sahip oldukları ön bilgiler, bazen yeni kavramların yanlış öğrenilmesine neden olabilir (Pesen, 2007). Kavram yanılgıları, bireylerin yeni bilgiyi bilimsel anlayışa aykırı bilgiler içeren mevcut kavramsal yapılarla sentezleme girişimleri olarak yorumlanmaktadır (Vosniadou, 1994).

Kavram yanılgıları ile ilgili yapılan araştırmalar fen eğitiminde zihinsel model terimini oluşturmaktadır (Çepni ve Keleş, 2006). Fen eğitiminde yapılan birçok çalışma, kavram öğreniminde zihinsel modellerin etkisini göstermektedir (Harrison ve Treagust, 1996; Coll ve Treagust, 2001; Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2002; Kurt, Ekici ve Aksu, 2013; Çelikler ve Harman, 2015; Ayvacı, Bebek, Atik, Keleş ve Özdemir, 2016).

Zihinsel modeller, bireylerin zihninde kavram ve olaylar arasında nasıl bağlantılar kurulduğunun görselleştirmesidir (Greca ve Moreira, 2000). Zihinsel modeller, öğrencilerin yaşadığı dünya ile ilgili sahip olduğu bilgileri kendisi ve çevresiyle etkileşime girerek, her etkileşimin modelini çıkartması ve bir önceki etkileşimle ilişkilendirmesi sonucu oluşmaktadır (Atasoy, Kadayıfçı, Akkuş 2007). Doğru bir şekilde yapılandırılamayan zihinsel modeller yanlış öğrenmelere, eğer daha önce sahip olunan bir yanlış öğrenme varsa, bu da uygun olmayan zihinsel modellerin oluşmasına neden olabilir (Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2002). Bu nedenle zihinsel modellerin analiz edilmesi bize öğrencilerin bilimsel algı, öğrenme ve belirli bilimsel kavramların kavramsal çerçevesi hakkında bilgiler verebilir (Coll & Treagust, 2003; Park, 2006).

Biyolojide soyut kavramların daha çok yer aldığı ve öğrencilerin öğrenmekte zorlandığı bazı konular bulunmaktadır. Bu konularla ilgili kavram yanılgılarının tespit edilmesi ve öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlamak adına farklı yöntemlerin etkisini ortaya koymak için çalışmalar yapılmıştır. Literatür incelendiğinde bu konularla ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Solunum ve fotosentez, taşıma ve dolaşım sistemi, solunum sistemi, boşaltım sistemi, sinir sistemi, endokrin sistemi gibi konuları öğrenciler öğrenmekte güçlük çekmektedir (Haslam ve Treagust, 1987; Treagust, 1988; Waheed ve Lucas, 1992; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Aşçı, Özkan ve Tekkaya, 2001; Yeşilyurt ve Gül, 2012; Pelaez, Boyd, Rojas ve Hoover, 2005; Aşçı, Özkan ve Tekkaya, 2001; Özatlı ve Bahar, 2010; Bora, Çakıroğlu ve Tekkaya, 2006; Güneş ve Demir, 2013). Öğrencilerin daha önceki konulardaki yanlış öğrenmeleri yeni öğrenilecek konunun anlaşılmasını engellemektedir. Çünkü yeni bilgi daha önce var olan eski bilgilerle ilişkilendirilip konu hakkında bilgi birikimi oluşturmaktadır. Konular arasında bağlantı oluşturamayan öğrenciler yeni konuları öğrenirken zorlanmaktadır. Biyolojide birçok konu birbiriyle ilişkilidir. Bundan dolayı bir konunun anlaşılması başka konunun öğrenilmesinde olumlu etki yaparken, konular arasındaki bağlantının sağlanamaması durumunda ise bir sonraki konunun öğrenilmesini engellemektedir (Bora, Çakıroğlu ve Tekkaya, 2006).

Öğrencilerin öğrenmekte güçlük çektiği ünite ve konuların MEB Ortaöğretim Biyoloji Öğretim Programındaki (MEB, 2018) yerine bakıldığında, bu konuların anlaşılması için ortak kavramların bulunduğu görülmektedir. 12. sınıf düzeyinde canlılarda enerji dönüşümleri ünitesinde solunum ve fotosentez reaksiyonlarında ATP'nin sentezlenmesi; bitki biyolojisi ünitesinde bitkilerde madde taşınması konuları bulunmaktadır. 11. sınıf düzeyinde insan fizyolojisi ünitesinde yer alan solunum sisteminde alveollerden dokulara,

dokulardan alveollere gazların taşınması; boşaltım sisteminde nefronlarda gerçekleşen süzülme, geri emilim ve salgılama olayları; sinir siteminde nöronda gerçekleşen polarizasyon, depolarizasyon ve repolarizasyon olayları; nörotransmitter maddelerin üretilmesi ve salgılanması kısımları bulunmaktadır. 9. sınıf düzeyinde canlıların yapısında bulunan organik bileşikler ve 11. sınıf düzeyinde endokrin sistem konusunda hormonların üretilmesi, salgılanması gibi kısımların bulunduğu görülmektedir. Bu konuların temelinde difüzyon, kolaylaştırılmış difüzyon, osmoz, aktif taşıma, endositoz ve ekzositoz gibi kavramlar ortak olarak yer almaktadır. Bu kavramlar hücre zarından madde geçişleri konusu kapsamında 9. sınıf düzeyinde anlatılmaktadır.

Biyoloji dersinin diğer fen bilimleri alanlarıyla kavramsal ilişkilerinin fazla olmasından dolayı, kavramlar arasındaki ilişkinin güçlü kurulması ve bütünlüğün sağlanması öğretimde önemli bir yere sahiptir (Çıbık ve Diken 2008). Böyle bir konu olan hücre zarından madde geçişleri konusu içerisindeki difüzyon ve osmoz gibi kavramlardaki yanılgıların öğrencilerin arasında yaygın olmasının nedeni, konunun disiplinlerarası yapısından kaynaklanmaktadır. Bu kavramların çoğu kimya ve fizikte yer alan çözelti, maddenin partikül doğası ve geçirgenlik gibi kavramlarla ilişkilidir (Odom ve Barrow, 1995). Bu nedenle fizik, kimya ve biyolojideki ilgili konuların ve kavramların tam anlamıyla anlaşılması gerekir. Hücre zarından madde geçişleri konusunun anlaşılabilmesi için de biyoloji dersinde öğrenilen kavramlarla birlikte enerji, yoğunluk farkı, molekül ağırlığı, elektriksel yük, sıcaklık gibi diğer disiplinlerle işbirliği gerektiren kavramların da öğrenilmiş olması gerekmektedir. Bu bilgiler birleştirilerek hipertonik, hipotonik, izotonik çözelti; turgor basıncı, osmotik basınç, emme kuvveti, plazmoliz,deplazmoliz, hemoliz gibi ilk kez öğrenilecek kavramların konu içeriğinde verilmesi gerekmektedir.

Hücre zarından madde geçişleri konusunun ilk defa karşılaşılan bir konu olması, diğer disiplinlerle ilişkili kavramlar içermesi gibi sebeplerle öğrencilerin öğrenmede güçlük çektikleri konulardan biridir. Bu konudaki kavramlar tam anlamıyla anlaşılmadığında bağlantılı konularda da sorun yaşanması kaçınılmazdır.

1.1.1. Zihinsel Model

Eğitim öğretim sürecinde ve öğrenme ortamlarında modellerin kullanımının öğrenciler için kilit rol oynadığı literatürde ifade edilmektedir (Coll, France ve Taylor, 2005). Modeller, gerçek dünyadaki olayların öğrencilerin zihninde basitleşmesi sayesinde daha karmaşık

problemlerin anlaşılmasına temel oluşturur (Barnett, Barab ve Hay, 2001). Modeller herhangi bir kavramın tüm özelliklerini ifade etmedikleri için kavrama ek açıklamalar da getirirler (Gobert ve Buckley, 2000; Harrison, 2001).

Öğrenme ortamında kullanılan modeller öğrencilerin ilk defa karşılaştıkları teorik bilgileri zihinlerinde kolay anlamlandırmaları ve üzerine ekleyecekleri yeni bilgilerin denenebilir hipotezlerini kurmalarını, eleştirel analiz yapmalarını ve kullanılabilir bilgiye ulaşabilme yeteneğini kazandırmıştır (Durmuş ve Kocakülah, 2006). Çalışma sistemini bilmediğimiz olayları anlamak ve kurduğumuz hipotezleri test ederken modellerden yararlanılmaktadır. Fen eğitiminde doğa olaylarının ya da teorik kavramların açıklanmasında modeller sıkça kullanılmaktadır (Grosslight, Unger, Jay ve Smith, 1991).

Öğrencilerin karşılaştığı problemlere göre ürettiği çözüm yöntemlerinin zihinlerinde oluşturdukları model olduğu belirtilmektedir (Tezci, Uysal, 2004). Zihinsel dengesizliğe neden olan yeni bir bilgi ile zihinsel model yapılandırma süreci başlar. Mevcut bilgilerin kullanılmasıyla yeni durumun anlaşılmaya çalışılmasıyla devam eder. Mevcut bilgi ile yeni durumun zihinsel model oluşturmasıyla sonuçlanır (Sözcü, 2015). Zihinsel modelin yapılandırılmasında bilgi edinme süreci önemli bir yer tutmaktadır (Hanke, 2008).

Zihnin temsilini zihinsel modeller oluşturur ve bilişsel süreçler sonucunda zihinde meydana gelir (Harrison, Tregust, 2000). Öğrencilerin günlük hayatta kullandıkları ve zihinlerinde oluşturdukları modeller değişime açıktır. Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modeller, gerçek dünyada var olan edinimleri açıklama ve anlamada yol gösterici olmaktadır. Öğrenciler zihinsel modellerini edindikleri yeni kavramlardan hareket ederek güncellerler. Güncellenmiş zihinsel modeller için önemli olan konu ise yeni modelin kullanışlı olmasıdır (Greca ve Moreira, 2000).

Coll ve Treagust (2003), zihinsel modelleri fiziksel zihinsel modeller ve kavramsal zihinsel modeller olarak ikiye ayırır. Fiziksel zihinsel modeller, fiziksel özelliklerle ilgili olayların; kavramsal zihinsel modeller ise soyut kavramların ve modellerin zihnimizde şekillenmesidir.

Örnek (2018) modelleri zihinsel ve kavramsal olarak iki grup halinde sınıflandırmıştır. Kavramsal modeller, dünyadaki durumları ya da sistemlerin ilişkilerini öğretmeyi veya kavratmayı kolaylaştıran dışsal gösterim olarak tanımlanmaktadır. Öğretmenler ya da bilim insanları tarafından kullanılmaktadır (Greca ve Moreira, 2000). Zihinsel modeller ise, gerçek ve hayali durumların içsel temsilidir. Zihinsel modeller öğrencilerin kişisel bilgisine

atıfta bulunmaktadır. Kavramsal modeller ise bilimsel olarak kabul edilen bilgiye atıfta bulunur (Norman, 1983).

Öğretmenler tarafından sunulan zihinsel modeller öğretim modelleri olarak adlandırılır. Bir konunun farklı eğitim düzeylerindeki kapsamları farklı olabilmektedir. Örneğin lisans düzeyine kavramların daha karmaşık bir şekilde verilmesi gerekir bu nedenle öğretim modelleri her eğitim düzeyinde farklılık gösterebilir (Coll ve Treagust, 2003). Gilbert, Boulter ve Rutherford (2000) bir öğretim modelinde bir takım ölçütlerin bulunması gerektiği belirterek bu ölçütleri şu şekilde açıklamıştır. Bu ölçütler modellerin öğrenme ortamlarında kullanılması ile ilgili yol göstermektedir.

-Modeli oluşturan kavramlar ve bu kavramlar arasındaki ilişkiler açıkça anlaşılmalıdır.

-Öğrencilerin ihtiyaçlarına göre kavramlar detaylandırılmalıdır.

-Model, öğrenciler için anlaşılır olmalıdır.

-Model, verilecek kavram ile bu kavramın dayandığı teori arasında net bir ilişki kurmalıdır.

-Modelin kapsamı net olmalı ve iyi bir dille aktarılmalıdır.

Zihinsel modeller gerçek dünyada edinilen deneyimler sonucu elde edinilen algılamalarla ilgilidir (Hestenes, 2006). Zihinsel modeller bireyin bir kavram ve varlık hakkında zihninde oluşturduğu kişisel temsilleridir. Zihinsel modeller gözlemciye özgüdür ve bireylerin zihinsel modellerinin keşfedilmesi ve açığa çıkartılması oldukça zor bir süreçtir (Coll ve Treagust, 2003). Zihinsel modeller, öğrencilerin zihinlerinde yer alan gerçekliğin yansıması olarak düşünüldüğünde herhangi bir konu ya da kavram hakkında öğrencilerin yaptığı her türlü görsel veri iyi bir ölçüm aracı olarak kullanılabilir (Moseley, Desjean-Perrotta ve Utley, 2010). Zihinsel modellerin tespit edilmesi için yapılan çalışmalar genel olarak yazılı açıklama ve çizim odaklı olup çalışmalarda nitel analizler kullanılmaktadır. Zihinsel model belirlemek için çizimlerin çok sık kullanıldığı belirtilmektedir (Ültay, 2017).

Öğrencilerin bazılarının yanlış olan veya karmaşık kavramları öğrenmelerini engelleyebilecek alternatif kavramlarının bulunduğu varsayılmaktadır (Coll ve Treagust, 2003). Öğrencilerin alternatif anlayışlarını mevcut bilgilere dayanarak değiştirmenin eğitim hayatı boyunca çok zor olduğunu belirtmiştir (Driver, Guesne ve Tiberghien, 1985). Bilginin kendisinden ziyade onu yansıtan sembollerin bellekte yer almasından ötürü, öğrenme sürecinde zihinsel modellerin tespiti ve yapısı önemli yer tutmaktadır (Bruning,

Schraw ve Norby, 2014). Bu düşünceden yola çıkarak öğrencilerde var olan bu zihinsel modellerin tespit edilmesi öğrenme ortamlarının yapılandırılması açısından önemlidir.

1.1.2. Hücre Zarından Madde Geçişleri Konusunun Biyoloji Öğretim Programındaki Yeri

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2018'de yayımlanan Biyoloji dersi Öğretim Programı'nın hazırlanmasında ünite temelli yaklaşım esas alınmıştır. 9. sınıf düzeyinde üç, 10. sınıf düzeyinde üç, 11. sınıf düzeyinde iki ve 12. sınıf düzeyinde dört ünite yer almaktadır. 9. sınıf "Hücre" ünitesinde yer alan kazanımlar doğrultusunda "Hücre zarından madde geçişleri" konusu diğer sınıf düzeylerindeki ünitelerin ve konuların anlaşılması için temel oluşturmaktadır. Öğretim Programında kazanımın yapısı şu şekildedir:

9.2.1.3.Hücre zarından madde geçişine ilişkin kontrollü bir deney yapar.

a.Hücre zarından madde geçişine ilişkin deney öncesi bilimsel yöntem basamakları bir örnekle açıklanır.

b.Biyoloji laboratuvarında kullanılan temel araç gereçler tanıtılarak laboratuvar güvenliği vurgulanır.

c.Hücre zarından madde geçişini etkileyen faktörlerden (yüzey alanı, konsantrasyon farkı, sıcaklık) biri hakkında kontrollü bir deney yapar.

9. sınıf düzeyindeki konular diğer konuların öğrenilmesi için temel oluşturmaktadır. Canlıların ortak özellikleri, canlıların yapısında bulunan temel bileşikler ve hücre konuları öğrencilerin daha önce ilköğretim (ilkokul ve ortaokul) düzeyinde öğrendikleri konulardır. Ancak "Hücre zarından madde geçişleri" konusu öğrencilerin daha önce öğrenmedikleri ilk defa "Ortaöğretim Biyoloji Dersi 9. Sınıf Öğretim Programı" kapsamında karşılaştıkları bir konudur. Bu konunun öğrenilmesi sırasında oluşan kavram yanılgıları öğrencilerde farklı zihinsel modellerin oluşmasına sebep olmaktadır. Bu zihinsel modeller diğer sınıf düzeylerinde kalıcı hale gelip bağlantılı konuların da yanlış öğrenilmesine sebebiyet vermektedir.

1.1.3. İlgili Araştırmalar

Bu konuyla alakalı ilgili literatürde araştırmalar incelendiğinde çalışmaların şu şekilde olduğu görülmektedir.

Odom ve Barrow (1995) yapılan çalışmada difüzyon ve osmoz ile ilgili 12 soruluk iki aşamalı bir tanı testi geliştirip uygulamışlardır. Her soru iki alt sorudan oluşmaktadır. Bu testin ilk aşaması konu bilgisini, ikinci aşaması konunun nasıl anlaşıldığını ölçmektedir. Derişim, moleküllerin tanecikli yapısı, hücre zarı, difüzyon ve osmoz süreci, moleküllerin kinetik enerjisi gibi kavramları incelemektedir. Daha sonraki yıllarda yapılan osmoz ve difüzyon ile ilgili birçok çalışmada araştırmacılar geliştirilen bu testi kullanmıştır.

Christianson ve Fisher (1999) çalışmalarında Odom ve Barrow (1995) tarafından geliştirilen iki aşamalı tanı testini değiştirerek kullanmıştır. Bu çalışmada her soru 2 ayrı soru olarak kullanılıp bazı küçük değişiklikler yapılarak 24 soru haline getirilmiştir. Bu çalışmada üniversite öğrencileri kullanılarak yapılandırmacı ve geleneksel sınıflarda difüzyon ve osmozun öğrenimi karşılaştırılmıştır. Üç farklı üniversitede üç farklı biyoloji dersi seçilmiştir. İlk iki sınıfta öğretmen merkezli, üçüncü sınıfta öğrenci merkezli ders anlatımı yapılmıştır. Öğrenci merkezli anlatımın yapıldığı sınıfta difüzyon ve osmoz kavramlarının daha iyi öğrenildiği sonucuna varılmıştır.

Tarakçı, Hatipoğlu, Tekkaya ve Özden (1999) yapılan araştırmada 9. ve 11. sınıf toplam 108 kolej öğrencisine Odom ve Barrow (1995) tarafından geliştirilen iki aşamalı tanı testi uygulanmıştır. Difüzyon ve osmoz konularıyla ilgili kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda 9. sınıfların 11. sınıflara göre konuyu anlamakta zorluk çektikleri ve kavram yanılgılarının bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tekkaya, Şen ve Özden (1999) yaptıkları araştırmada biyoloji dersini zorunlu ve seçmeli olarak alan 135 üniversite öğrencisinin kavram yanılgılarını tespit etmek amacıyla Odom ve Barrow (1995) tarafından geliştirilen 12 soruluk tanı testini uygulanmışlardır. Öğrencilerin çoğunun olayların nasıl gerçekleştiğini açıklayamadığı ve bu konular hakkında kavram yanılgılarının bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Tekkaya (2003) çalışmasında kavramsal değişim metni ve kavram haritalama stratejisi kullanılmasının öğrencilerin difüzyon ve osmoz kavramlarını öğrenmelerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada Odom ve Barrow (1995) tarafından geliştirilen iki aşamalı tanı testi kullanılmıştır. Bu test 44 dokuzuncu sınıf öğrencisine ön test ve son test olarak uygulanmıştır. 20 öğrenci geleneksel eğitim, 24 öğrenci kavramsal değişim metni ve kavram haritalama stratejisiyle eğitim almıştır. Bu stratejinin difüzyon ve osmoz ile ilgili oluşan kavram yanılgılarının düzeltilmesinde olumlu yönde etki ettiği sonucuna varılmıştır.

Özmen, Şahin ve Şahin (2004) yaptıkları çalışmada 4. sınıf fen bilgisi öğretmenliği okuyan 140 öğrencinin difüzyon ve osmoz konusundaki anlama seviyelerini ve yanlış anlamalarını tespit etmişlerdir. Odom ve Barrow (1995) tarafından geliştirilen 12 çoktan seçmeli sorudan oluşan iki aşamalı tanı testi kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda literatürdeki benzer kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Yıldırım, Nakiboğlu ve Sinan (2004) tarafından yapılan çalışmada 121 fen bilgisi öğretmen adayının difüzyon ile ilgili kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Bu amaçla kavram yanılgısı teşhis testi hazırlanıp uygulanmıştır. Öğrencilerin difüzyon ile ilgili ciddi düzeyde kavram yanılgılarının bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sinan (2009) çalışmasında biyoloji ve kimya derslerinde ortak olarak kullanılan bazı kavramların farklı branşlardaki öğretmen adayları tarafından nasıl anlaşıldığını incelemiştir. Biyoloji, kimya ve fen bilgisi öğretmen adaylarından 152 kişi ile çalışılmıştır. 5 tane açık uçlu soru ile ölçme yapılmıştır. Ortak olarak kullanılan osmotik basınç, asit-baz, amfoter, difüzyon gibi kavramların öğrenciler tarafından farklı yorumlandığı sonucuna varılmıştır.

İyibil ve Arslan (2010) yaptıkları çalışmada fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramı ile ilgili zihinsel modelleri belirlenmiştir. Çalışmanın katılımcılarını 29'u dördüncü sınıf, 27'si beşinci sınıf olmak üzere toplam 56 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada 4 açık uçlu sorudan oluşan test geliştirilip kullanılmıştır. Yıldız kavramı ile ilgili öğrencilerin zihinsel modelleri dört grupta verilmiştir. Öğrencilerin %7'si bilimsel bilgilerle uyumlu açıklamalarda bulunmuştur. Bazı öğrencilerin bilimsel bilgilerle uyumlu bilgilere sahip olduğu ancak eksik bilgilere sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin %41'i bilimsel olmayan açıklamalarda bulunmuştur. Çalışma sonucunda öğrencilerin çoğunun bilimsel bilgilerle uyumlu olmayan zihinsel modellere sahip oldukları görülmüştür.

Artun ve Coştu (2011) yaptıkları çalışmada ilköğretim bölümü sınıf öğretmenliği 2. sınıfta öğrenim gören 38 öğretmen adayının difüzyon ve osmoz konusundaki kavram yanılgılarını belirlemişlerdir. Bu çalışmada 10 sorudan oluşan iki aşamalı kavram testi kullanılmıştır. Bu kavram testinde her iki aşaması çoktan seçmeli olan 7 soru ve birinci aşaması çoktan seçmeli ikinci aşaması açık uçlu olan 3 soru bulunmaktadır. Araştırma sonucunda literatürde bulunan kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Karagöz ve Sağlam Arslan (2012) yaptıkları çalışmada yedinci sınıf öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini belirlemişlerdir. Araştırmanın örneklemini bir

ilköğretim okulundaki 45 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini açığa çıkarmak amacıyla 6 soruluk açık uçlu soru içeren bir test geliştirip uygulanmıştır. Elde edilen veriler betimsel analiz yöntemine göre analiz edilmiştir. Araştırmada elde verilen dört modelle ilişkilendirilmiştir. Bu modeller güneş sistemi modeli, tanecikli yiyecek modeli, dünya modeli ve dönme dolap modeli olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin atomun nötron, proton ve elektronlardan oluştuğunun doğru bir şekilde ifade ettiği ancak bu yapıların konum ve hareketleriyle ilgili farklı modellere sahip olduğu belirlenmiştir.

Kurt ve Ekici (2013) yaptıkları çalışmada 44 biyoloji öğretmen adayının osmoz konusundaki bilişsel yapılarının ortaya çıkarılması amacıyla bağımsız kelime ilişkilendirme testi ve çizme-yazma tekniğinin kullanıldığı nitel bir araştırma yapmışlardır. Osmozla ilgili sonuçlar bitkilerde osmozun önemi, tanımı, gerçekleştiği yerler ve yapılar, gerçekleştiği ortamlar, maddenin özellikleri ve madde taşınma şekilleri olarak 5 grup altında toplanmıştır. Bu kategorilerdeki osmoz ile ilgili kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Kurt, Ekici ve Aksu (2013) tarafından yapılan çalışmada 42 biyoloji öğretmen adayının tuz kavramı ile ilgili zihinsel modelleri belirlenmiştir. Çalışmada nitel araştırma yöntemi uygulanıp bağımsız kelime ilişkilendirme testi ile veriler toplanmıştır. İçerik analizine göre veriler düzenlenip frekans değerleri verilmiştir. Çalışmanın sonucunda tuz kavramı ile ilgili zihinsel modellerin tuzun kimyasal yapısı ve günlük hayatta kullanımı üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının tuz kavramı ile alternatif kavramlarının ve bilişsel yetersizliklerinin olduğu belirlenmiştir.

Shen, Liu ve Sung (2014) tarafından yapılan çalışmada üniversite öğrencileri için disiplinlerarası değerlendirmenin tasarlanması amaçlanmıştır. Çalışmada osmozun disiplinlerarası bir konu olmasına vurgu yaparak disiplinlerarası uzman ekip oluşturup bir materyal hazırlanmıştır. Fizik, biyoloji ve insan fizyolojisi derslerinde olmak üzere 3 sınıf üniversite öğrencisine uygulama yapılmıştır. Konuya farklı bakış açılarından bakan bir uzman ekibin olması değerlendirmenin çok yönlü olmasını sağlamıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin disiplin içi ve disiplinlerarası anlayışlarındaki farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. Fen öğreniminde disiplinlerarası değerlendirmenin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Harman (2014) çalışmasında hücre zarından madde geçişleri konusundaki kavram yanılgılarını belirlemek için tahmin-gözlem-açıklama yöntemi kullanmıştır. Tahmin, gözlem, açıklama ve tartışma kısımlarından oluşan bir ölçme aracı oluşturup 89 fen bilgisi

öğretmen adayına uygulanmıştır. Çoğu öğretmen adayının sorulara doğru cevap verdiği, bazılarının kavram yanılgılarının bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Artun ve Özsevgeç (2014) çalışmasında 32 fen bilgisi öğretmen adayının difüzyon ve osmoz ile ilgili zihinsel modellerine bakmıştır. 5E öğrenme modelinin zihinsel modelleri nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adaylarına 5 açık uçlu soru sorulmuştur. Bu modelin kavramların kalıcılığını ve zihinsel modellerin oluşumunu olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Arık (2014) çalışmasında 109 yedinci sınıf Eko-Okul öğrencisinin sera etkisiyle ilgili zihinsel modellerini belirlemiştir. Öğrencilerden sera etkisiyle ilgili çizim yapmaları ve çizimlerini açıklamaları istenmiştir. Elde edilen veriler tümevarım analizi sonucunda 5 farklı zihinsel model olarak gruplandırılmıştır. Bu zihinsel modeller şu şekilde sıralanmıştır; sera etkisinin nedenleri ve sonuçları, sera etkisinin bilimsel açıklaması, kavram yanılgısı – günlük sıcaklık farkı, kavram yanılgısı – ozon tabakası ve sera etkisi, kavram yanılgısı – tarımsal amaçlar için kullanılan sera.

Viennot ve Décamp (2016) çalışmasında osmozun bütünüyle anlaşılmasına yönelik fizik öğretmenleriyle çalışmıştır. 5 öğretmenle görüşme yöntemiyle veriler toplanmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. Çalışmada öğretmen adaylarına sorular sorularak osmoz ile ilgili çağrışımlar hatırlatmalar yapılmış, olayları nasıl çözümledikleri ve düşündükleri açığa çıkartılmıştır.

Yaseen ve Akaygun (2016) yaptıkları çalışmada 9, 10 ve 11 sınıf öğrencilerinin atom konusundaki zihinsel modellerini incelemiştir. Öğrencilerin zihinsel modelleri daha önceki yıllarda kitaplardaki görmüş olabilecekleri atom modeli görselleriyle karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin zihinsel modellerini belirlemek amacıyla benzer özellikteki üç liseden 90 öğrenciye 4 açık uçlu soru içeren Zihinsel Model Atom Testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin çizdikleri atom modelleri ile daha önceki yıllarda kullandıkları kitaplardaki atom modeli görselleri arasında istatiksel bir uyum bulunmamıştır. Öğrencilerin en çok Bohr atom modeli gösterimini tercih ettikleri ve ilerleyen sınıf seviyelerinde öğrencilerin kendi sentetik modelleri ile gösterim yaptıkları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin çok az kısmının atomun hareketli yapısını ortaya koyan unsurları gösterdiği gözlenmiştir.

Dinçer (2018) çalışmasında elektrik ve manyetik alan kavramları ile ilgili 22 fizik öğretmen adayının zihinsel modellerini belirlenmiştir. Zihinsel modeller belirlenirken yarı

yapılandırılmış görüşme soruları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elektrik alanla ilgili 6, manyetik alanla ilgili 7 zihinsel model tespit edilmiştir. Zihinsel modellerin sebeplerinin araştırılması amacıyla öğrencilerin kullandığı kitaplar analiz edilmiştir. Bilimsel olmayan birçok modelin kitaplarda da yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca zihinsel modellerin kalıcılığının tespit edilmesi amacıyla ulaşılabilen fizik öğretmen adaylarıyla bir buçuk yıl sonra tekrar görüşülmüştür. Zihinsel modellerin zamandan bağımsız ve kalıcı olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak çalışmaların çoğunda difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili kavram yanılgılarının tespit edilmesi amacıyla yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Çoğu çalışmada öğretmen adayları incelenmiştir. Ancak lise öğrencileriyle hücre zarından madde geçişleri konusu kazanımlarına uygun olarak genel bir değerlendirmenin ve zihinsel modellerin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle hücre zarından madde geçişleri konusu ile ilgili zihinsel modellerin incelenmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

1.2. Çalışmanın Önemi

Ortaöğretimde yeni öğrenilecek konular öncekiler üzerine yapılanmaktadır. Hücre zarından madde geçişleri konusu; 10, 11 ve 12. sınıfta yer alan İnsan Fizyolojisi, Canlılık ve Enerji, Bitki Fizyolojisi gibi ünitelerde yer alan konular için temel oluşturması açısından önemlidir. Bu konu hakkında oluşabilecek yanılgılar diğer konularla ilişkili bir konu olduğundan genele yansıyabilir.

Ortaöğretim Biyoloji Öğretim Programında öğrenciler soyut kavramları içeren bazı konuları öğrenmekte zorlanmaktadırlar. Bu bağlamda hücre zarından madde geçişleri, soyut kavramları içerdiği için öğrencilerin birçoğu tarafından anlaşılması zor bir konudur. Bu nedenle öğrenciler, konuyu somutlaştırmak için zihinlerinde modeller oluşturmakta ve bu modeller öğrenmelerini etkilemektedir.

Öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesi bize konunun ne derece anlaşıldığı hakkında fikir verecektir. Çalışmada elde edilen veriler, daha sonraki çalışmalar için temel oluşturabilir. Biyoloji öğretmenlerine diğer biyoloji konularının öğretimi konusunda da yol gösterici olabilir.

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu araştırma ile ortaöğretim düzeyindeki (9, 10, 11 ve 12. sınıf) öğrencilerin hücre zarından madde geçişleri konusundaki zihinsel modelleri belirlenerek, zihinsel modellerin

sınıf düzeylerine göre farklılaşma gösterip göstermediğinin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

1.4. Problem Cümlesi

Lise öğrencilerinin hücre zarından madde geçişleri konusuyla ilgili zihinsel modelleri nelerdir?

1.4.1. Alt Problemler

a. 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin büyük maddelerin hücre zarından geçişi ile ilgili zihinsel modelleri nelerdir?
b. 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin bitki hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modelleri nelerdir?
c. 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin hayvan hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modelleri nelerdir?
d. 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin difüzyonu etkileyen faktörlerle ilgili zihinsel modelleri nelerdir?

e. 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin hücre zarından madde geçişleri konusundaki zihinsel modelleri sınıf düzeyine göre nasıl değişmektedir?

1.5. Varsayımlar

Araştırmanın varsayımları şu şekilde sıralanmıştır.

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin sorulara verdiği cevaplardaki çizim ve açıklamalar zihinsel modellerini yansıtmaktadır.

1.6. Sınırlılıklar

Araştırmanın sınırlılıkları şu şekilde sıralanmıştır.

1. Araştırmada her sınıf düzeyinden 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerine uygulama yapılmıştır. Ancak hücre zarından madde geçişleri konusu 9. sınıfta anlatılan bir konudur. Diğer sınıflardaki öğrenciler bu konuyu unutmuş olabilir.
2. Araştırma fen lisesi düzeyindeki öğrencilerle yapılmıştır. Anadolu lisesi, sosyal bilimler lisesi, sağlık meslek lisesi gibi çeşitli örneklere de ihtiyaç vardır.

BÖLÜM 2

YÖNTEM

2.1 Araştırmanın Modeli

Bu araştırma lise 9, 10, 11 ve 12. sınıf seviyesindeki öğrencilerin hücre zarından madde geçişleri konusuna yönelik zihinsel modellerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışma, nitel araştırma yaklaşımına göre yürütülmüştür. Yıldırım (1999) bazı bireyler için nicel yöntemlere göre nitel yöntemlerin daha uygun olabileceğini, anket sorularına cevap vermek istemeyen bireylerin açık uçlu sorularda kendilerini daha iyi ifade edebileceğini belirtmiştir. Ayrıca açık uçlu sorular öğrencilerin yanlış bilgilerinin nedenleri hakkında ipuçları verebilmektedir. Öğrencilerin nasıl düşündüğünü anlamada ve yanlış bilgilerin düzeltilmesinde yol gösterici olabilecektir. Bu nedenle çalışma nitel araştırma yaklaşımıyla yürütülmüştür.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcılarını 2018–2019 eğitim-öğretim yılında Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı Ankara İli Çubuk İlçesinde bulunan bir fen lisesinde 9, 10, 11 ve 12. sınıflarda öğrenim gören toplam 80 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada yer alan okul uygun örnekleme, öğrenciler ise ölçüt örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Katılımcılardan geniş bir yanıt yelpazesi sağlamak için öğrenciler farklı sınıf düzeylerinden alınmıştır. Bu nedenle çalışmanın katılımcıları 9, 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerini içermektedir. Her sınıf düzeyinde 20 öğrenci seçilmiştir. Öğrenciler seçilirken tüm öğrencilerin akademik ortalamaları e-okul sisteminden liste olarak alınmıştır. Dokuzuncu sınıflarda 5 şubede 145, onuncu sınıflarda 5 şubede 138, on birinci sınıflarda 5 şubede 136 ve on ikinci sınıflarda 4 şubede 80 öğrenci bulunmaktadır. Her sınıf düzeyindeki listeler 70-80, 80-90 ve 90-100 ortalama aralığında yaklaşık eşit sayıda öğrenci olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. Bu

gruplar içerisinden kendini iyi ifade edebilecek öğrenciler seçilmiştir. Bu öğrenciler toplam 19 şubeden her başarı seviyesinden yaklaşık aynı sayıda olacak şekilde rastgele seçilmiştir.

2.3. Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada, ortaöğretim öğrencilerinin hücre zarından madde geçişleri konusu ile ilgili zihinsel modellerini belirlemeye yönelik MEB 9. Sınıf "Hücre" ünitesinde yer alan kazanımlar doğrultusunda 4 adet açık uçlu sorudan oluşan soru formu hazırlanmıştır. Hücre zarından madde geçişleri konusu soru formu EK 2'de yer almaktadır. Her soru için öğrencilerden çizim ve açıklama yapmaları istenmiştir. Hazırlanan sorular, aldıkları biyoloji dersine dayanarak öğrencilerin öğrenmiş olması beklenen kazanımları içermektedir. Biyoloji öğretmenlerinin görüşleri alınarak öğrencilerin ders anlatımlarında anlamakta zorluk çektikleri kısımlar düşünülerek kazanımlara uygun sorular hazırlanmıştır.

1. soru 4 alt soruyu içermektedir. Bu soruda öğrencilerin büyük maddelerin hücre zarından geçişini ne derece anladığının ölçülmesi amaçlanmıştır. Endositoz ve ekzositoz olayındaki hücre zarı yüzey alanı değişimini şekil çizerek ve yazarak açıklamaları istenmiştir. Olay sırasında hücre zarından geçecek madde türlerinin belirtilmesi istenmiştir. Büyük maddelerin zardan geçişi ile ilgili hücre zarı yüzey alanı değişimi ve hücre zarından geçen madde özelliğiyle ilgili öğrencilerin zihinsel modellerini açığa çıkarmak amaçlanmıştır.

2. soru 3 alt soru içermektedir. Bu soru hazırlanırken bitki hücrelerinde osmoz olayının ve osmoz olayı sonucunda gerçekleşen değişikliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Farklı ortamlar için bitki hücresindeki değişikliklerin çizilmesi ve açıklanması istenmiştir. İlk olarak her ortamda çizim yapılabilmesi için bitki hücresinin yapısının bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca farklı yoğunluklardaki ortamlarda bitki hücresinin su alışverişinin hangi yönde gerçekleşeceğinin tayin edilmesi için osmoz olayı da bilinmelidir. Osmoz olayı sonucu hangi yapıların değişeceğinin bilinmesi için bitki hücresindeki yapıların görev ve özelliklerinin de bilinmesi gerekmektedir. Farklı yoğunluklardaki ortamlarda bitki hücresindeki değişimlerin çizimle ifade edilmesi istenerek bitki hücresinin yapısının ve bitki hücrelerinde osmoz ile ilgili öğrencilerin zihinsel modellerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

3. soru 3 alt soru içermektedir. Hayvan hücrelerinde osmoz, osmotik basınç, hipertonik ve hipotonik kavramlarıyla ilgili öğrencilerin zihinsel modellerini açığa çıkarmak

amaçlanmıştır. Ayrıca glikojenin büyük bir madde olduğu ve hücre zarından geçemeyeceğinin bilinmesi de gerekmektedir.

4. soru 6 alt soru içermektedir. Difüzyonu etkileyen sıcaklık, molekül büyüklüğü ve yoğunluk farkı gibi faktörlerin hücre zarı üzerinde çizim yaparak gösterilmesi istenmiştir. Hücre zarının yapısı ve difüzyon olayıyla ilgili öğrencilerin zihinsel modellerini açığa çıkarmak amaçlanmıştır. Difüzyonu etkileyen her faktörü ayrıca yazarak açıklamaları istenmiştir.

2.4. Verilerin Toplanması

Araştırmanın uygulaması 2018-2019 eğitim-öğretim yılı 2. döneminde gerçekleştirilmiştir. Kalabalık sınıf ortamı içerisinde değil boş ders saatleri kullanılarak yaklaşık 10'ar kişilik küçük gruplar halinde 8 oturumda uygulama yapılmıştır. Uygulama yaklaşık 40 dakika sürmüştür. Öğrencilerin anlaşılmayan açıklama ve çizimleri tespit edildiğinde öğrenciler görüşmeye alınıp çizim ve açıklamaları karşılaştırılmıştır. Öğrencilerden anlaşılmayan kısımların daha iyi ifade edilmesi istenmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Bu çalışmada, hücre zarından madde geçişleri konusu ile ilgili zihinsel modellerin ortaya çıkarılmasına yönelik hazırlanan sorulara, lise öğrencileri tarafından verilen cevaplar içerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. İçerik analizini Cohen, Manion ve Morrison (2002) tanımlarken, bilimsel verilerin belli bir ölçüte göre düzenlenmesi, özelliklerine göre sınıflandırılması, farklılıklarının karşılaştırılması ve teorik sonuçlar çıkarılması olarak açıklamışlardır.

Her sınıf düzeyinden 20 öğrenci olmak üzere toplam 80 öğrenciden elde edilen cevap kâğıtları sınıf düzeylerine göre gruplandırılmıştır.

Katılımcıların zihinsel modelleri, sorulara verdikleri resimli veya yazılı açıklamalardan çıkarılmıştır. Bunun için ilk olarak, tüm cevaplar açık kodlama ile kodlanmıştır. Açık kodlama, verilerde kategoriler veya temalar oluşturmak için ortak ve farklı yönlerin belirlenmesi amacıyla yapılan karşılaştırılması ve verinin indirgenerek daha küçük tema setleri oluşturulmasıdır (Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, t.y.). 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 edilmiş ve bir değerlendirme ölçeği hazırlanmıştır. Değerlendirme ölçeği, önce her bir yanıtta görünen tüm temel özellikler listelenerek geliştirilmiştir. Daha sonra ise benzer kategoriler birleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin konu ile ilgili farklı anlayışlarını ortaya koymak olduğu için tüm cevaplar, cevapların doğruluğu gözetilmeksizin kodlanmış ve sınıflandırılmıştır.

Büyük maddelerin hücre zarından geçişi ile ilgili zihinsel modellerin incelendiği 1. soru iki alt gruba ayrılmıştır. Büyük maddelerin hücre içine alındığı endositoz ile ilgili 6 model oluşturulmuştur. Büyük maddelerin hücre dışına verildiği ekzositoz ile ilgili 6 zihinsel model oluşturulmuştur.

Bitkilerde osmoz olayı ile ilgili zihinsel modellerin incelendiği 2. soru üç alt gruba ayrılmıştır. Hipotonik ortamda bitkilerde osmoz ile ilgili 6, hipertonik ortamda bitkilerde osmoz ile ilgili 5 ve izotonik ortamda bitkilerde osmoz ile ilgili 3 zihinsel model oluşturulmuştur.

Hayvanlarda osmoz olayı ile ilgili zihinsel modellerin incelendiği 3. soru iki alt gruba ayrılmıştır. Hipotonik ortamda hayvan hücrelerinde osmoz ile ilgili 5 ve hipertonik ortamda osmoz ile ilgili 5 zihinsel model oluşturulmuştur.
Difüzyon hızını etkileyen faktörlerle ilgili zihinsel modellerin incelendiği 4. soru üç alt gruba ayrılmıştır. Molekül büyüklüğünün difüzyon hızına etkisi ile ilgili 3, sıcaklığın difüzyon hızına etkisi ile ilgili 2 ve derişim farkının difüzyon hızına etkisi ile ilgili 3 zihinsel model oluşturulmuştur.

Öğrencilerin isimleri kullanılmamış ve öğrencilere kod verilmiştir. Her sınıf düzeyindeki öğrenciler 1'den 20'ye kadar numaralandırılmıştır. Örneğin; 9Ö1 şeklinde kodlanan öğrenci 9. sınıf düzeyinde ve 1 numaralı öğrencidir.

Zihinsel modellerin isimleri belirlenirken isimlendirilmeler şu şekilde kullanılmıştır.

EN: Endositozla ilgili zihinsel modeller

EK: Ekzositozla ile ilgili zihinsel modeller

HİPOBO: Hipotonik ortamdaki bitki hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modeller

HİPERBO: Hipertonik ortamdaki bitki hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modeller

İZOBO: İzotonik ortamdaki bitki hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modeller

HİPOHO: Hipotonik ortamdaki hayvan hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modeller

HİPERHO: Hipertonik ortamdaki hayvan hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel modeller

MBD: Molekül büyüklüğünün difüzyon hızına etkisi ile ilgili zihinsel modeller

SD: Sıcaklığın difüzyon hızına etkisi ile ilgili zihinsel modeller

DFD: Derişim farkının difüzyon hızına etkisi ile ilgili zihinsel modeller

2.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Veri toplama aracının geçerliği için Biyoloji Eğitiminde uzman üç öğretim üyesinin görüşleri alınarak sorular düzenlenmiştir. Uygulamadan önce farklı sınıf düzeylerinden seçilen 20 öğrenciye uygulama yapılarak soruların anlaşılırlığı ile ilgili düzenlemeler yapılmıştır. Öğrencilerin her soruya ayrıntılı cevap vermesini sağlamak için sorular alt sorulardan oluşmaktadır.

Bu çalışmada, güvenirlik için veri toplama ve veri analizi çeşitlemesi stratejisi kullanılmıştır. Veri toplama çeşitlemesinde, katılımcıların açıklamaları çizimleriyle çeşitlenmiştir. Veri analizinde çeşitleme için ise veriler iki bağımsız araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Bu amaçla katılımcılarının çizimleri ve açıklamaları, değerlendiriciler arası tutarlılığı sağlamak için iki bağımsız araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Çalışmanın güvenirlik hesaplaması için Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği formül kullanılmıştır. Kodlayıcı güvenirliği yüzdesi %94 bulunmuştur. Uzlaşılamayan kodlar üzerinde iki araştırmacı hem kodlama hem de katılımcılara atanan kodları kapsamlı bir şekilde tartışmış ve uzlaşma sağlanmıştır.

BÖLÜM 3

BULGULAR VE YORUM

3.1. Öğrencilerin Büyük Maddelerin Hücre Zarından Geçişi ile İlgili Zihinsel Modelleri

Öğrencilerin büyük maddelerin hücre zarından geçişi ile ilgili zihinsel modelleri oluşturulurken 3 ölçüte göre gruplandırma yapılmıştır. Bu ölçütler molekülün büyüklüğü, geçiş yolunun yönü ve hücrenin yüzey alanı değişimi şeklindedir. Bu modeller hücre içine madde girişi (endositoz) ve hücre dışına madde çıkışı (ekzositoz) olmak üzere iki grupta toplanmıştır.

3.1.1. Öğrencilerin Endositoz ile İlgili Zihinsel Modelleri

Endositoz olayı hücre içine polimer-büyük maddelerin alınması olayıdır. Büyük bir madde içeri alınırken hücre zarından koful oluşturularak içeri alınır. Hücre zarının küçük bir kısmı cep oluşturacak şekilde içe çöker. Bu cep zardan kopar ve hücre dışında bulunan maddeyi içeren koful oluşturur. Bu nedenle hücrenin yüzey alanı azalır (Campbell ve Reece, 2006). Endositoz ile ilgili öğrenci çizimleri ve açıklamalarından elde edilen verilerle 6 model oluşturulmuştur. Oluşturulan her modelin tanımı, modeli yansıtan örnek öğrenci çizimleri ve açıklamaları sırasıyla verilmiştir. Endositoz ile ilgili oluşturulan modeller, modellerin ölçütleri ve ilgili zihinsel modele sahip öğrenciler Tablo 1'de verilmiştir.

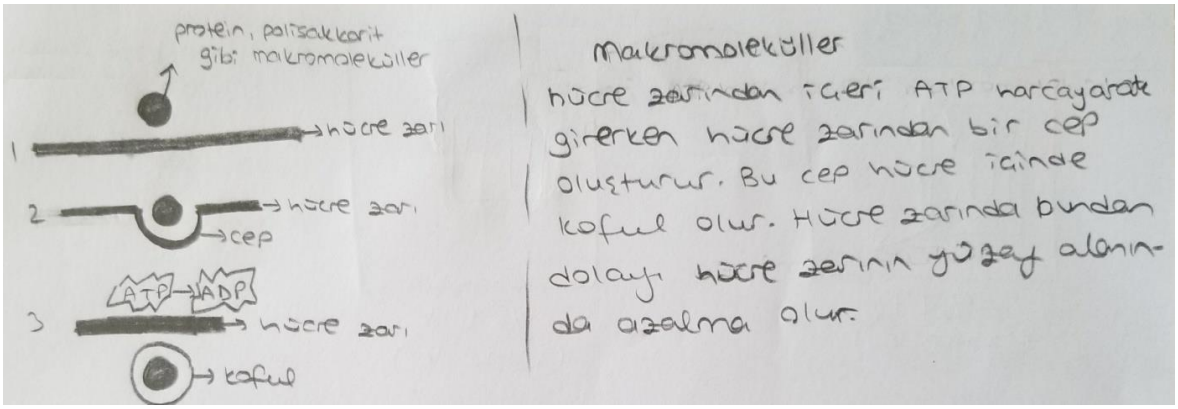
Tablo 1

Endositozla İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri

Zihinsel Model Adı	Ölçüt 1. Molekül Büyüklüğü	Ölçüt 2.Geçiş Yönü	Ölçüt 3. Hücre Yüzey Alanı Değişimi	İlgili Zihinsel Modele Sahip Öğrenciler
Model EN1	Büyük madde	Hücre içine madde girişi	Hücre yüzey alanı azalır.	9Ö1, 9Ö2, 9Ö3, 9Ö4, 9Ö5, 9Ö6, 9Ö7, 9Ö8, 9Ö10, 9Ö11, 9Ö12, 9Ö15, 9Ö18, 9Ö19, 9Ö20, 10Ö1, 10Ö9,10Ö15, 11Ö1, 11Ö6, 11Ö10, 11Ö19, 12Ö1, 12Ö3, 12Ö5, 12Ö6, 12Ö8, 12Ö9, 12Ö10, 12Ö13, 12Ö14, 12Ö15.
Model EN2	Büyük madde	Hücre içine madde girişi	Hücre yüzey alanı artar ya da değişmez.	10Ö3, 10Ö6, 10Ö7, 10Ö10, 10Ö11, 10Ö12, 11Ö2, 11Ö3, 12Ö16, 12Ö18.
Model EN3	Küçük madde	Hücre içine madde girişi	Yüzey alanı azalır ya da artar.	10Ö5,10Ö13, 10Ö14, 10Ö16, 10Ö17, 11Ö7, 11Ö13, 12Ö2, 12Ö11, 12Ö12, 12Ö20.
Model EN4	Molekül büyüklüğü belirtilmemiş.	Hücre içine madde girişi	Hücre yüzey alanı artar, azalır ya da değişmez.	9Ö9, 9Ö14, 9Ö16, 10Ö4, 10Ö8, 10Ö18, 11Ö5, 11Ö8, 11Ö14, 11Ö16, 11Ö17, 12Ö4, 12Ö7, 12Ö19.
Model EN5	Küçük madde ya da molekül büyüklüğü belirtilmemiş.	Hücre dışına madde çıkışı	Hücre yüzey alanı azalır.	9Ö13, 11Ö20.
Model EN6	Büyük ya da küçük madde	Hücre içine madde girişi	Yüzey alanı belirtilmemiş.	11Ö4, 11Ö9, 11Ö12, 11Ö15, 11Ö18.
Diğer	Yetersiz ya da ilişkisiz açıklama			9Ö17, 10Ö2, 10Ö19, 10Ö20, 11Ö11, 12Ö17

*Model EN1 bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeldir.

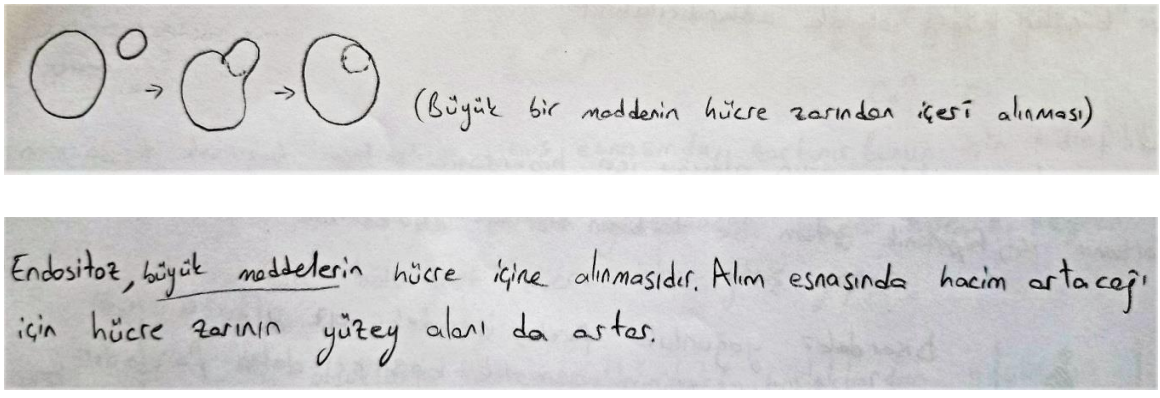
Model EN1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Model EN1 ile ilgili 9Ö6'nın çizim ve açıklaması

Şekil 1'deki Model EN1'i yansıtan örnek çizim ve açıklama 9Ö6'ya aittir. Protein ve polisakkarit gibi makromoleküller örneğini vererek hücre içerisine alınan maddenin büyük molekül olduğunu ifade etmiştir. Büyük maddeler hücre içine alınırken hücre zarında bir cep oluştuğunu ve bunun koful oluşumuna sebep olduğunu belirtmiştir. Bunun sonucunda hücrenin yüzey alanının azaldığını da belirtmiştir. Bu çizim ve açıklama bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeli yansıtmaktadır.

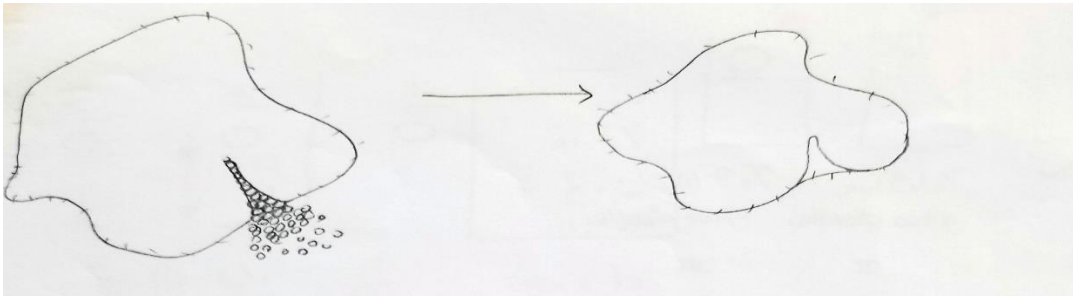
Model EN2'yi yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Model EN2 ile ilgili 10Ö6'nın çizim ve açıklaması

Şekil 2'deki Model EN2'yi yansıtan örnek çizim ve açıklama 10Ö6'ya aittir. Öğrencinin "büyük maddelerin hücre içine alınması" şeklindeki ifadesi doğru bir ifadedir. İçeriye madde girdiği için hücrenin toplam hacminin artacağını bu nedenle yüzey alanının da artacağını düşünmüştür.

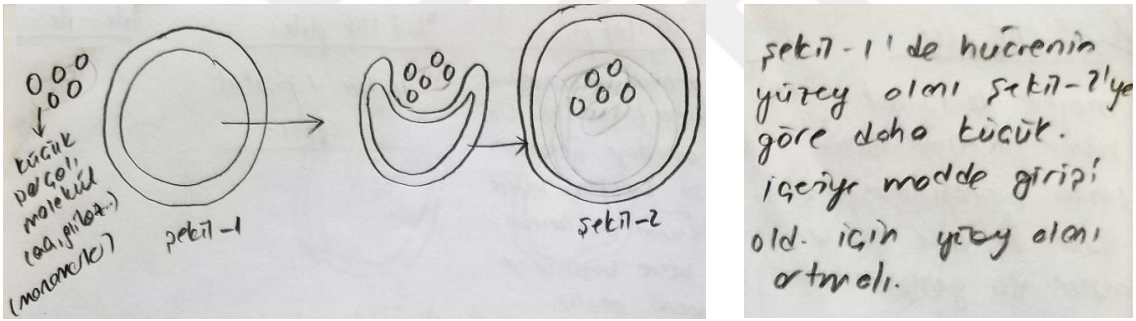
Model EN3'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 3'te verilmiştir.



Endositozla içeri alınan küçük maddeler zarda içeri doğru kıvrılmaya neden olur. Zarın toplam yüzey alanı azalır.

Şekil 3. Model EN3 ile ilgili 12Ö12'nin çizim ve açıklaması

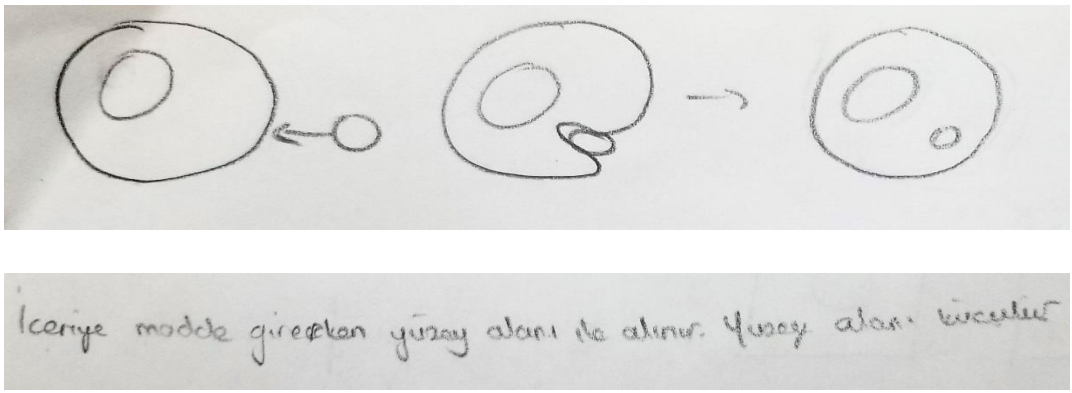
Model EN3'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Model EN3 ile ilgili 11Ö7'nin çizim ve açıklaması

Şekil 3 ve Şekil 4'te yer alan Model EN3'ü yansıtan örnek çizim ve açıklamalar 12Ö12 ve 11Ö7'ye aittir. Öğrenciler, içeriye alınan maddenin küçük madde-monomer olduğunu belirtmişlerdir. 12Ö12 hücrenin yüzey alanının azalacağını ve 11Ö7 hücrenin yüzey alanının artacağını hem çizim hem açıklama ile ifade etmiştir.

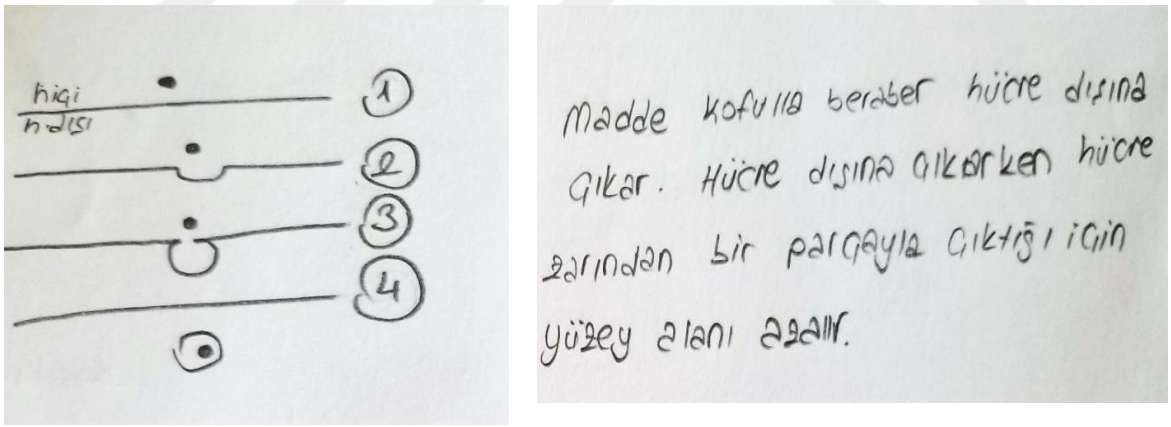
Model EN4'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Model EN4 ile ilgili 12Ö4'ün çizim ve açıklaması

Şekil 5'teki Model EN4'ü yansıtan örnek çizim ve açıklama 12Ö4'e aittir. Öğrenci içeriye alınan maddenin polimer ya da monomer olduğunu belirtmemiştir. İçeriye madde girişi sırasında hücre zarından cep oluşumunu gösterip hücre zarının yüzey alanının azalacağını ifade etmiştir.

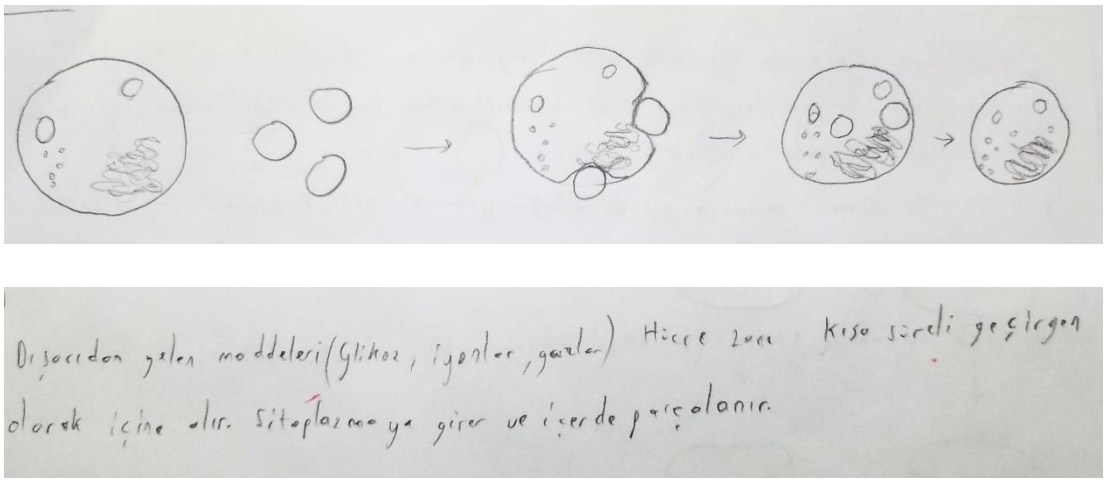
Model EN5'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Model EN5 ile ilgili 9Ö13'ün çizim ve açıklaması

Şekil 6'da yer alan Model EN5'i yansıtan örnek çizim ve açıklama 9Ö13'e aittir. Madde büyüklüğünden bahsetmemiştir. Maddenin hücre dışına çıktığını ve hücrenin yüzey alanının azaldığını belirtmiştir. Öğrencinin ekzositozla ilgili açıklamalarına da bakıldığında endositoz ve ekzositoz kavramlarını karıştırdığı görülmektedir.

Model EN6'yı yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Model EN6 ile ilgili 11Ö18'in çizim ve açıklaması

Şekil 7'deki Model EN6'yı yansıtan örnek çizim ve açıklama 11Ö18'e aittir. Öğrenci hücre içine alınacak maddenin "glikoz, iyonlar ve gazlar" gibi küçük moleküller olduğunu belirtmiştir. Ancak bu maddelerin hücre içerisine alındığında parçalanacağını belirttiği için monomer ve polimer kavramı ile ilgili hatalı bilgisinin bulunduğu görülmektedir. Bu olay sonucunda yüzey alanındaki değişimin nasıl olacağını belirtmemiştir.

3.1.2. Öğrencilerin Ekzositoz ile İlgili Zihinsel Modelleri

Ekzositoz olayı polimer-büyük maddelerin hücre dışına atılması olayıdır. Büyük bir madde dışarı çıkarken kendi kofulu ile hücre zarı birleşir ve kofulun içerisindeki madde hücre dışına verilmiş olur. Koful zarı ve hücre zarının kaynaşması sebebiyle hücrenin yüzey alanı artar (Campbell ve Reece, 2006). Ekzositoz ile ilgili öğrenci çizimleri ve açıklamalarından elde edilen verilerle 6 model oluşturulmuştur. Oluşturulan her modelin tanımı, modeli yansıtan örnek öğrenci çizimleri ve açıklamaları sırasıyla verilmiştir. Ekzositoz ile ilgili oluşturulan modeller modellerin ölçütleri ve ilgili zihinsel modele sahip öğrenciler Tablo 2'de verilmiştir.

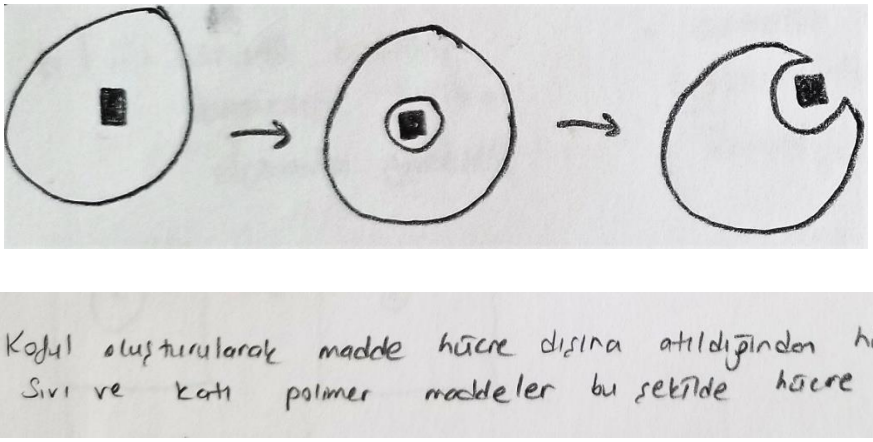
Tablo 2

Ekzositoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri

Zihinsel Model Adı	Ölçüt 1. Molekül Büyüklüğü	Ölçüt 2.Geçiş Yönü	Ölçüt 3. Hücre Yüzey Alanı Değişimi	İlgili Zihinsel Modele Sahip Öğrenciler
*Model EK1	Büyük madde	Hücre dışına madde çıkışı	Hücre yüzey alanı artar.	9Ö1, 9Ö2, 9Ö3, 9Ö4, 9Ö5, 9Ö6, 9Ö8, 9Ö10, 9Ö11, 9Ö12, 9Ö15, 9Ö18, 9Ö19, 9Ö20, 10Ö1, 10Ö5, 10Ö12, 11Ö1, 11Ö6, 12Ö1, 12Ö2, 12Ö3, 12Ö5, 12Ö6, 12Ö9, 12Ö10, 12Ö13, 12Ö14, 12Ö15, 12Ö16.
Model EK2	Büyük madde	Hücre dışına madde çıkışı	Hücre yüzey alanı azalır.	10Ö3, 10Ö6, 10Ö7, 10Ö10, 10Ö11, 10Ö15, 11Ö2, 11Ö10, 11Ö19, 12Ö8.
Model EK3	Büyük madde	Hücre dışına madde çıkışı	Yüzey alanı belirtilmemiş.	9Ö7, 10Ö17, 11Ö3, 11Ö4, 11Ö12, 11Ö15, 11Ö18.
Model EK4	Küçük madde.	Hücre dışına madde çıkışı	Hücre yüzey alanı artar ya da azalır.	10Ö9, 10Ö14, 11Ö7, 11Ö13, 12Ö12, 12Ö20.
Model EK5	Molekül büyüklüğü belirtilmemiş.	Hücre dışına madde çıkışı	Hücre yüzey alanı artar, azalır ya da değişmez.	9Ö9, 9Ö14, 9Ö16, 10Ö8, 11Ö5, 11Ö8, 11Ö14, 11Ö16, 11Ö17, 12Ö4, 12Ö7, 12Ö11, 12Ö19.
Model EK6	Büyük ya da küçük madde	Hücre içine madde girişi	Hücre yüzey alanı artar, azalır ya da değişmez.	10Ö13, 10Ö16, 11Ö20, 12Ö18.
Diğer	Yetersiz ya da ilişkisiz açıklama			9Ö13, 9Ö17, 10Ö2. 10Ö4, 10Ö18, 10Ö19, 10Ö20, 11Ö9, 11Ö11, 12Ö17.

*Model EK1 bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeldir.

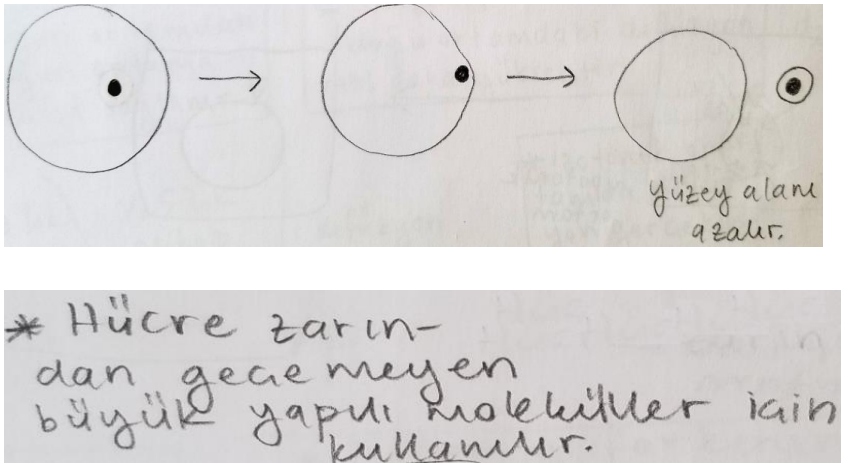
Model EK1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Model EK1 ile ilgili 12Ö14'ün çizim ve açıklaması

Şekil 8'deki Model EK1'i yansıtan örnek çizim ve açıklama 12Ö14'e aittir. Öğrenci sıvı ve katı polimer maddeler örneğini vererek büyük molekül olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca bu maddelerin hücre dışına atıldığını ve hücrenin yüzey alanının arttığını da belirtmiştir. Bu çizim ve açıklama bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeli yansıtmaktadır.

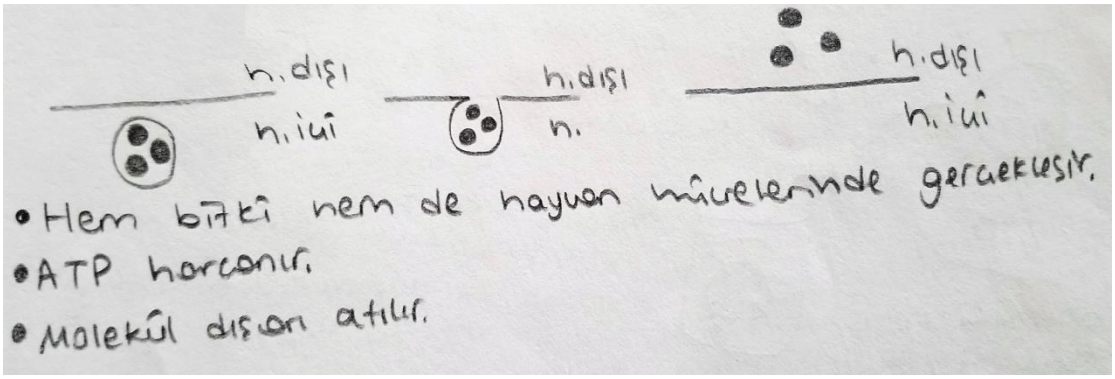
Model EK2'yi yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Model EK2 ile ilgili 12Ö8'in çizim ve açıklaması

Şekil 9'da verilen Model EK2'yi yansıtan örnek çizim ve açıklama 12Ö8'e aittir. Molekülün büyük olduğunu açıklamada, dışarıya madde çıkışı olduğunu çizimde belirtmiştir. Büyük molekülün hücrede koful içerisinde bulunduğunu düşünmediği için dışarıya çıkarken kofulla birlikte atıldığını göstermiş, bu nedenle yüzey alanını azalır şeklinde ifade etmiştir.

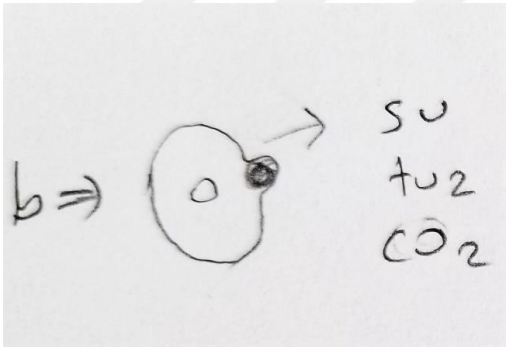
Model EK3'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 10'da verilmiştir.

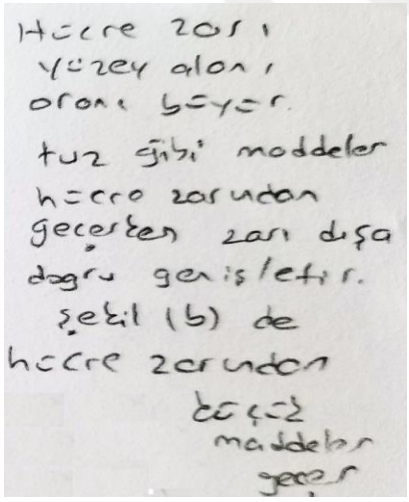


Şekil 10. Model EK3 ile ilgili 9Ö7'nin çizim ve açıklaması

Şekil 10'da verilen Model EK3'ü yansıtan örnek çizim ve açıklama 9Ö7'ye aittir. Öğrenci molekülün büyük olduğunu ve dışarıya madde çıkışı olduğunu çizimde göstermiştir. Ayrıca büyük molekülün koful içerisinde bulunduğunu ve olay sırasında ATP harcandığını belirtmiştir. Ancak olay sonrasında hücrenin yüzey alanı değişimini yorumlayamamıştır.

Model EK4'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 11'de verilmiştir.

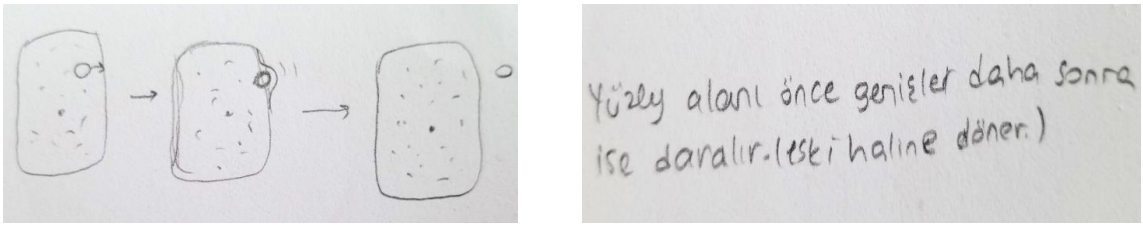




Şekil 11. Model EK4 ile ilgili 10Ö9'un çizim ve açıklaması

Şekil 11'deki Model EK4'ü yansıtan örnek çizim ve açıklama 10Ö9'a aittir. Öğrenci ekzositozu "hücre zarından dışarıya küçük maddeler geçer" şeklinde açıklamış ve çizim üzerinde su, tuz ve CO_2 örneklerini vermiştir. Hücre yüzey alanını açıklarken moleküllerin hücre zarını itmesi sonucu yüzey alanının arttığını ifade etmiştir.

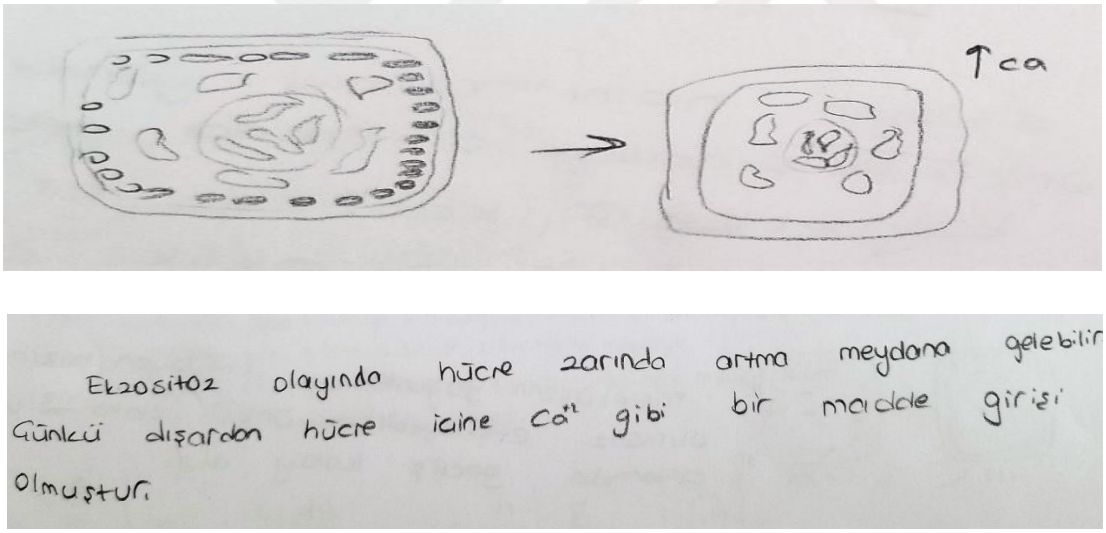
Model EK5'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 12. Model EK5 ile ilgili 11Ö14'ün çizim ve açıklaması

Şekil 12'de verilen Model EK5'i yansıtan örnek çizim ve açıklama 11Ö14'e aittir. Öğrenci hücre zarından geçecek maddenin büyüklüğü ile ilgili açıklama yapmamıştır. Çizimle dışarıya madde geçişini göstermiş, açıklama ile yüzey alanının önce genişleyeceğini sonra daralıp eski haline geleceğini belirtmiştir.

Model EK6'yı yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Model EK6 ile ilgili 11Ö20'nin çizim ve açıklaması

Şekil 13'teki Model EK6'yı yansıtan çizim ve açıklama 11Ö20'ye aittir. Dışarıya madde çıkışı değil içeriye madde girişi olduğunu ve giren maddenin Ca^{+2} gibi küçük madde olduğunu belirtmiştir.

3.2. Öğrencilerin Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri

Bitkilerde osmoz ile ilgili zihinsel modeller oluşturulurken 2 ölçüte göre gruplandırma yapılmıştır. Bu ölçütler su geçiş yönü ve yapıların değişimi şeklindedir. Bu modeller

hipotonik, hipertonik ve izotonik olmak üzere 3 farklı ortam için ayrı ayrı gruplandırılmıştır.

3.2.1. Öğrencilerin Hipotonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri

Eşit olmayan derişime sahip iki çözeltiden yüksek derişimde olan hipertonik, düşük derişimde olan hipotoniktir. Çözünen derişimleri eşit olan çözeltilere izotonik çözeltiler denir (Campbell ve Reece, 2006). Su moleküllerinin zar boyunca hareketi osmoz olarak tanımlanır. Su osmozla, çözünen konsantrasyonunun az olduğu bölgeden fazla olduğu bölgeye doğru hareket eder. Bitki hücreleri derişimi daha az olan hipotonik bir ortama konulursa su osmoz ile hücreye girer. Merkezi koful hacmi artar ancak yoğunluğu azalır. Merkezi koful ve sitoplazma hacminin artması hücre zarının hücre duvarına doğru itilmesine ve turgor basıncı oluşmasına sebep olur. Hücre zarı hücre duvarına yaklaştığı için hücre zarının hacmi artar. Turgor basıncı, bir bitki hücresinde osmoz sonucunda oluşan basınçtır. Hipotonik ortama konulan bitki hücresinde hücreye su girişi sonucu turgor basıncı oluşur (Eichorn ve Evert, 2016). Hipotonik ortama konulan bitki hücresinde meydana gelen değişimlerle ilgili öğrenci çizim ve açıklamalarından elde edilen verilerle 6 model oluşturulmuştur. Oluşturulan her modelin tanımı, modeli yansıtan örnek öğrenci çizimleri ve açıklamaları sırasıyla verilmiştir. Bu başlık altındaki modeller modellerin ölçütleri ve ilgili zihinsel modele sahip öğrenciler Tablo 3'te verilmiştir.

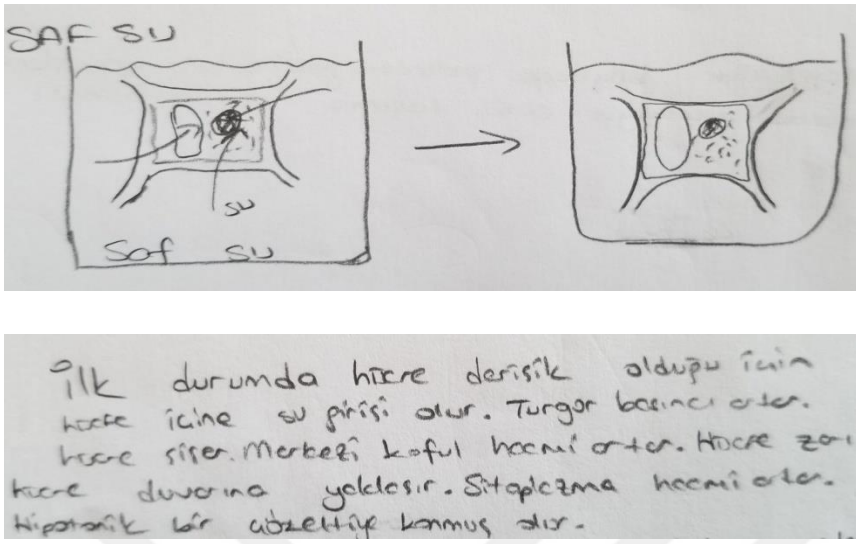
Tablo 3

Hipotonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri

Zihinsel Model Adı	Ölçüt 1. Su Geçiş Yönü	Ölçüt 2. Yapıların Değişimi	İlgili Zihinsel Modele Sahip Öğrenciler
*Model HİPOBO1	Su alır.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarının bazıları değişir.	9Ö1, 9Ö2, 9Ö3, 9Ö4, 9Ö5, 9Ö7, 9Ö8, 9Ö9, 9Ö11, 9Ö13, 9Ö18, 10Ö7, 10Ö19, 11Ö1, 11Ö2, 11Ö4, 11Ö5, 11Ö6, 11Ö7, 11Ö9, 11Ö10, 11Ö11, 11Ö12, 11Ö14, 12Ö1,12Ö3, 12Ö5, 12Ö6, 12Ö7, 12Ö9, 12Ö10, 12Ö12, 12Ö13, 12Ö18, 12Ö19, 12Ö20.
Model HİPOBO2	Su giriş çıkışı belirtilmemiş.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarının bazıları değişir.	9Ö6, 9Ö15, 10Ö4, 10Ö5, 10Ö10, 10Ö13, 10Ö14, 11Ö3, 11Ö17, 11Ö19, 11Ö20, 12Ö8, 12Ö11, 12Ö14, 12Ö15, 12Ö16.
Model HİPOBO3	Su alır.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarının hepsi değişir.	9Ö10, 10Ö1, 10Ö9, 11Ö16, 12Ö4.
Model HİPOBO4	Su giriş çıkışı belirtilmemiş.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful, sitoplazma yapılarının hepsi değişir.	9Ö17, 10Ö3, 10Ö6, 10Ö11, 10Ö12, 10Ö16, 11Ö13, 11Ö18, 12Ö17.
Model HİPOBO5	Su verir.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarının bazıları değişir.	9Ö12, 9Ö14, 9Ö20.
Model HİPOBO6	Su alır, su verir ya da su giriş çıkışı belirtilmemiş.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapıları değişmez.	9Ö16, 9Ö19, 11Ö8.
Diğer	Yetersiz ya da ilişkisiz açıklama		10Ö2, 10Ö8, 10Ö15, 10Ö17, 10Ö18, 10Ö20, 11Ö15, 12Ö2.

*Model HİPOBO1 bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeldir.

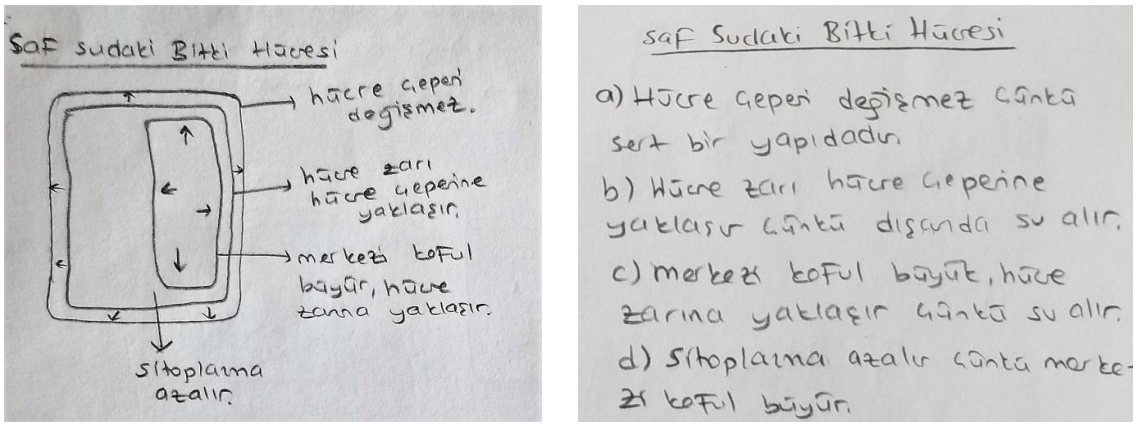
Model HİPOBO1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. Model HİPOBO1 ile ilgili 12Ö1'in çizim ve açıklaması

Şekil 14'te yer alan Model HİPOBO1'i yansıtan örnek çizim ve açıklama 12Ö1'e aittir. Öğrenci "hücre su alır, hücre duvarı değişmez, hücre zarı hücre duvarına yaklaşır, merkezi koful hacmi artar, sitoplazma hacmi artar" şeklinde değişiklikleri belirtmiştir. Saf suya konulan bitki hücresinin hipotonik bir ortama konulduğunu ve bunun sonucunda turgor basıncı oluşacağını açıklamıştır. Bu öğrenciye ait çizim ve açıklama bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeli yansıtmaktadır.

Model HİPOBO1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 15'te verilmiştir.

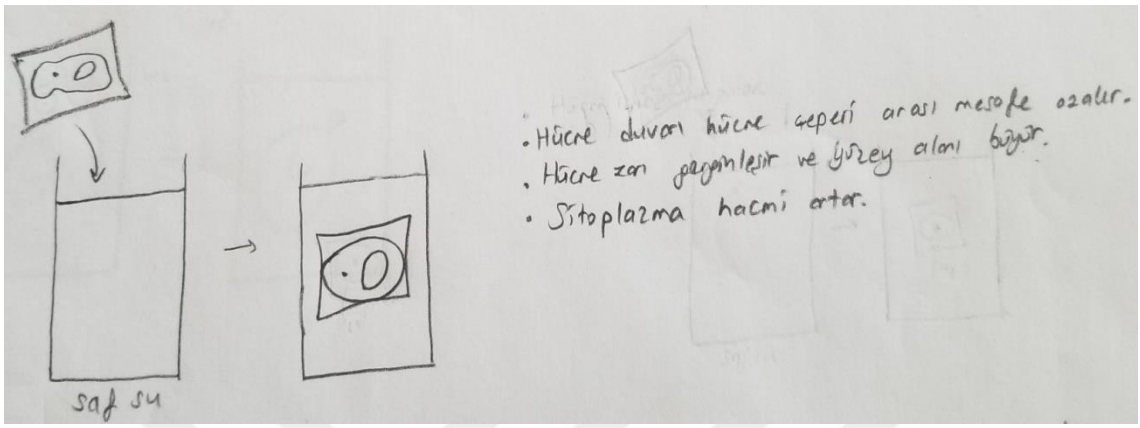


Şekil 15. Model HİPOBO1 ile ilgili 9Ö5'in çizim ve açıklaması

Şekil 15'te yer alan Model HİPOBO1'i yansıtan örnek çizim ve açıklama 9Ö5'e aittir. Hücre su alır, hücre çeperi değişmez, hücre zarı hücre çeperine yaklaşır, merkezi koful

büyür, sitoplazma azalır şeklinde değişiklikleri belirtmiştir. Merkezi kofulun büyümesinden kaynaklı sitoplazma miktarını azalır olarak düşünmüştür.

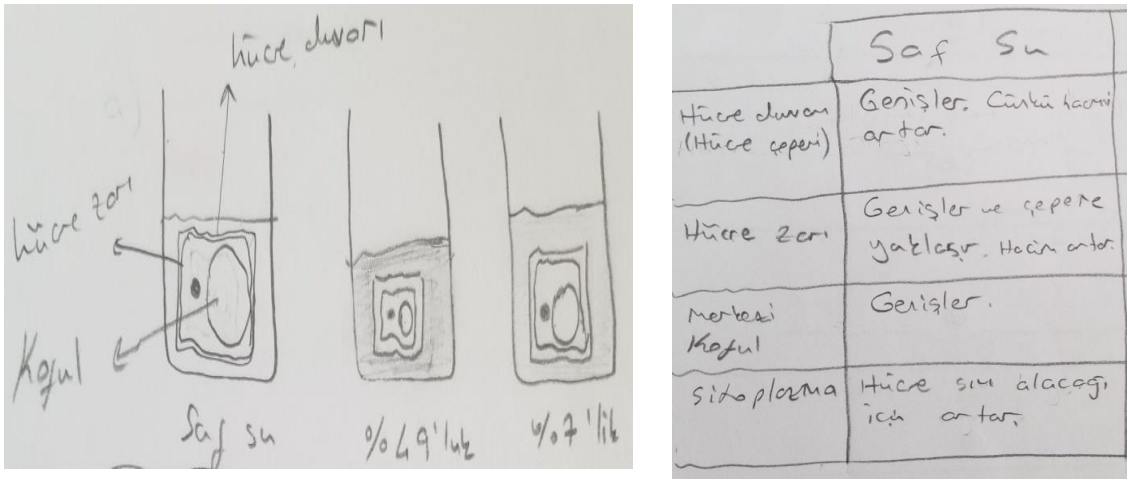
Model HİPOBO2'yi yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16. Model HİPOBO2 ile ilgili 12Ö14'ün çizim ve açıklaması

Şekil 16'da yer alan Model HİPOBO2'i yansıtan örnek çizim ve açıklama 12Ö14'e aittir. Öğrenci "hücre duvarı ve hücre çeperi arasındaki mesafe azalır, hücre zarı büyür, sitoplazma hacmi artar" şeklinde değişiklikleri belirtmiştir. Hücre duvarı ve hücre çeperinin farklı yapılar olduğunu düşünmektedir. Çiziminde hücre duvarının şeklini değiştirmemiştir. Hücreye su giriş çıkışı ile ilgili açıklama yapmamıştır.

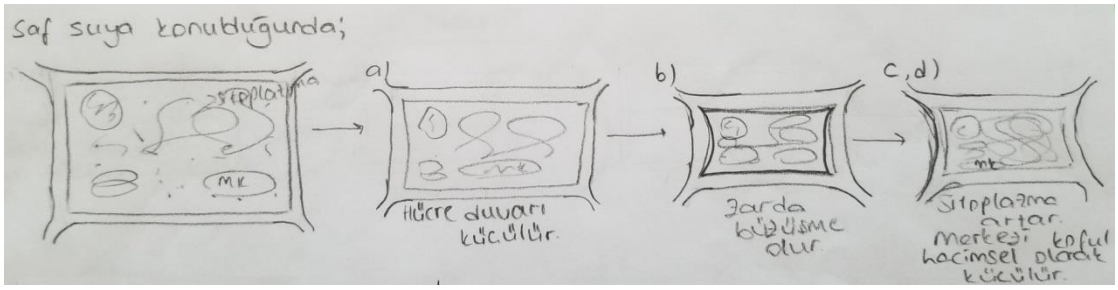
Model HİPOBO3'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 17'de verilmiştir.



Şekil 17. Model HİPOBO3 ile ilgili 9Ö10'un çizim ve açıklaması

Şekil 17'deki Model HİPOBO3'ü yansıtan çizim ve açıklama 9Ö10'a aittir. Hücrenin su alacağını ve tüm yapıların hacminin artacağını belirtmiştir.

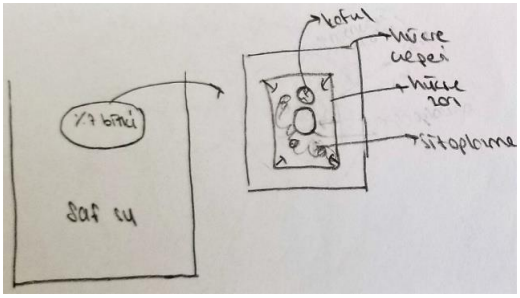
Model HİPOBO4'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 18'de verilmiştir.

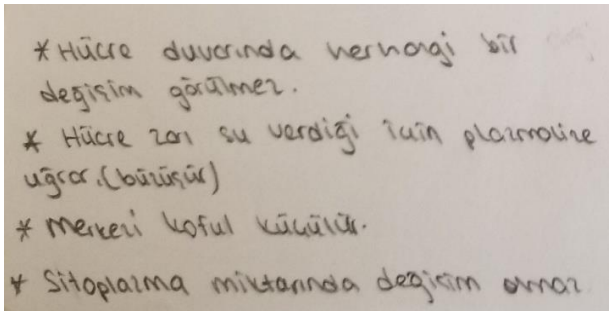


Şekil 18. Model HİPOBO4 ile ilgili 12Ö17'nin çizim ve açıklaması

Şekil 18'de yer alan Model HİPOBO4'ü yansıtan örnek çizim ve açıklama 12Ö17'ye aittir. Öğrenci "hücre duvarı, hücre zarı ve merkezi koful küçülür; sitoplazma artar" şeklinde açıklama yaparak tüm yapıların değiştiğini ifade etmiştir. Hücreye su giriş çıkışı ile ilgili açıklama yapmamıştır.

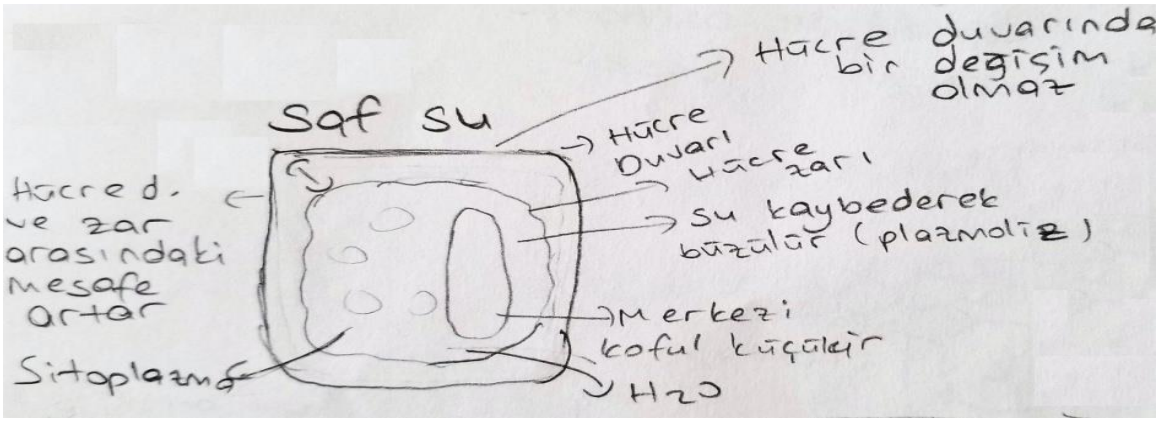
Model HİPOBO5'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 19'da verilmiştir.

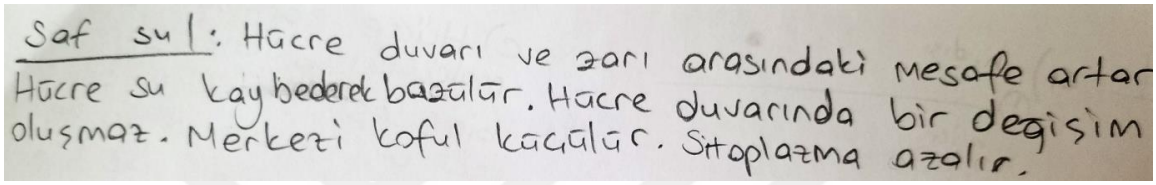




Şekil 19. Model HİPOBO5 ile ilgili 9Ö14'ün çizim ve açıklaması

Model HİPOBO5'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 20'de verilmiştir.

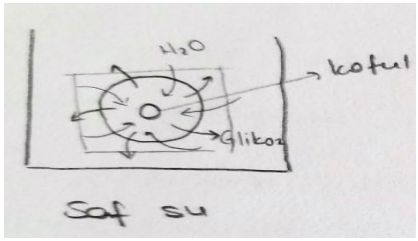


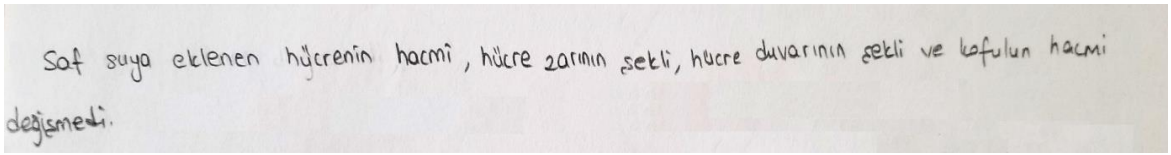


Şekil 20. Model HİPOBO5 ile ilgili 9Ö20'nin çizim ve açıklaması

Şekil 19 ve Şekil 20'deki Model HİPOBO5'i yansıtan çizim ve açıklama 9Ö20, 9Ö14'e aittir. 9Ö20 hücrenin saf suda su kaybedeceğini düşündüğü için derişimi fazla olan ortama konulmuş gibi düşünüp "hücre plazmolize uğrar, hücre duvarı değişmez, hücre zarı küçülür, merkezi koful küçülür ve sitoplazma değişmez" şeklinde görüşünü belirtmiştir. 9Ö14 ise cevabını "hücre su kaybeder, büzülür, hücre duvarı değişmez, merkezi koful küçülür, sitoplazma azalır, hücre zarı ve hücre duvarı arasındaki mesafe artar" şeklinde belirtmiştir.

Model HİPOBO6'yı yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 21'de verilmiştir.





Şekil 21. Model HİPOBO6 ile ilgili 11Ö8'in çizim ve açıklaması

Şekil 21'de yer alan Model HİPOBO6'yı yansıtan çizim ve açıklama 11Ö8'e aittir. Öğrenci çizimde hücre içine giren ve hücreden çıkan suyu eşit miktarda göstermiştir. Öğrenci, bitki hücresinin izotonik bir ortama konulduğunda gerçekleşecek değişimlerini düşünerek soruyu yanlış yorumlamıştır. Bu nedenle hücrede değişiklik olmayacağını belirtmiştir.

3.2.2. Öğrencilerin Hipertonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri

Bitki hücresi derişimi daha yüksek olan hipertonik bir ortama konulursa, su osmoz ile hücreden dışarı çıkar. Merkezi kofuldan su çıktıkça merkezi koful içeriği yoğunlaşır ve hacmi azalır. Merkezi koful ve sitoplazma hacminin azalması, hücre zarının hücre duvarından ayrılmasına sebep olacaktır. Hücre zarı hücre duvarından uzaklaştığı için küçülür. Bu olay sonucunda bitki hücresi plazmoliz olur (Eichorn ve Evert, 2016). Hipertonik ortama konulan bitki hücresinde meydana gelen değişimlerle ilgili öğrenci çizim ve açıklamalarından elde edilen verilerle 5 model oluşturulmuştur. Oluşturulan her modelin tanımı, modeli yansıtan örnek öğrenci çizimleri ve açıklamaları sırasıyla verilmiştir. Bu başlık altındaki modeller modellerin ölçütleri ve ilgili zihinsel modele sahip öğrenciler Tablo 4'te verilmiştir.

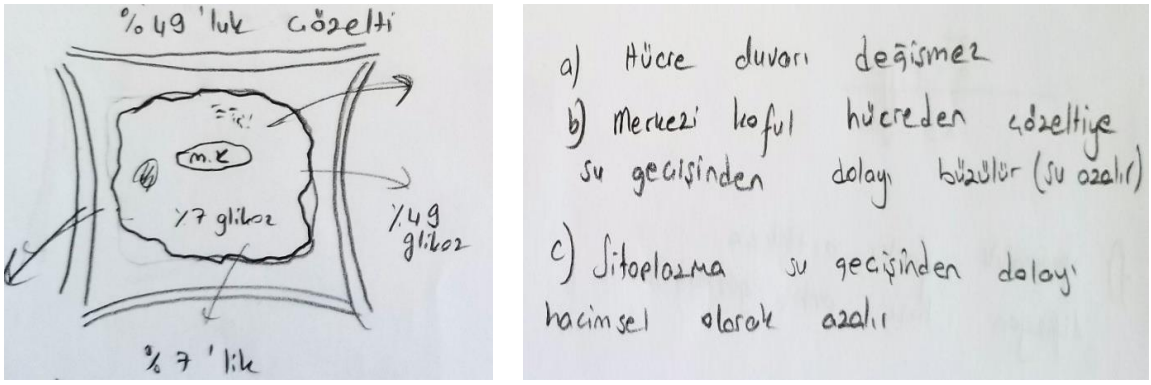
Tablo 4

Hipertonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri

Zihinsel Model Adı	Ölçüt 1. Su Geçiş Yönü	Ölçüt 2. Yapıların Değişimi	İlgili Zihinsel Modele Sahip Öğrenciler
*Model HİPERBO1	Su verir.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarının bazıları değişir.	9Ö1, 9Ö2, 9Ö3, 9Ö4, 9Ö5, 9Ö7, 9Ö8, 9Ö11, 9Ö13, 9Ö18, 10Ö7, 11Ö1, 11Ö2, 11Ö4, 11Ö5, 11Ö6, 11Ö7, 11Ö9, 11Ö12, 11Ö14, 12Ö1, 12Ö2, 12Ö3, 12Ö5, 12Ö6, 12Ö7, 12Ö9, 12Ö10, 12Ö12, 12Ö13, 12Ö18, 12Ö19, 12Ö20.
Model HİPERBO2	Su giriş çıkışı belirtilmemiş.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarının bazıları değişir.	9Ö6, 9Ö15, 9Ö16, 10Ö4, 10Ö5, 10Ö13, 10Ö14, 10Ö19, 11Ö3, 11Ö10, 11Ö17, 11Ö20, 12Ö8, 12Ö11, 12Ö14, 12Ö15, 12Ö16.
Model HİPERBO3	Su verir.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarının hepsi değişir.	9Ö10, 10Ö1, 10Ö9, 11Ö16, 12Ö4.
Model HİPERBO4	Su giriş çıkışı belirtilmemiş.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarının hepsi değişir.	9Ö17, 10Ö3, 10Ö6, 10Ö10, 10Ö11, 10Ö12, 10Ö16, 11Ö13, 11Ö18, 11Ö19, 12Ö17.
Model HİPERBO5	Su alır.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarının bazıları değişir.	9Ö9, 9Ö12, 9Ö14, 9Ö20, 11Ö8, 11Ö11.
Diğer	Yetersiz ya da ilişkisiz açıklama		9Ö9, 10Ö2, 10Ö8, 10Ö15, 10Ö17, 10Ö18, 10Ö20, 11Ö15.

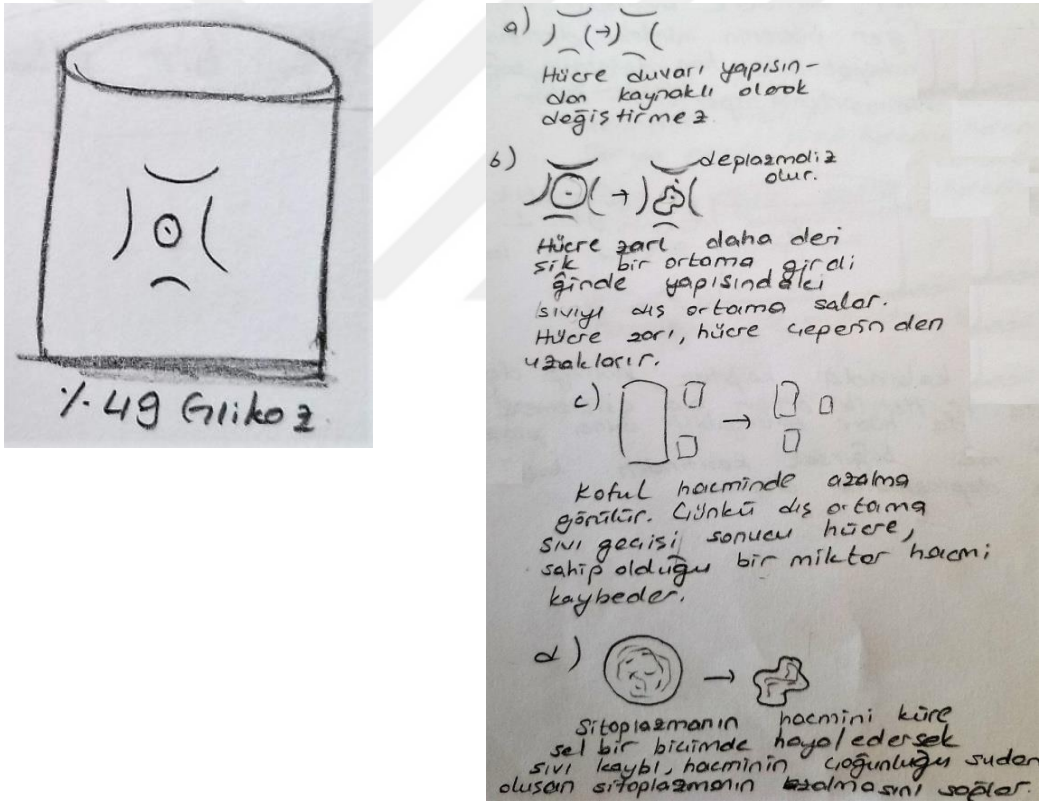
*Model HİPERBO1 bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeldir.

Model HİPERBO1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 22'de verilmiştir.



Şekil 22. Model HİPERBO1 ile ilgili 12Ö3'ün çizim ve açıklaması

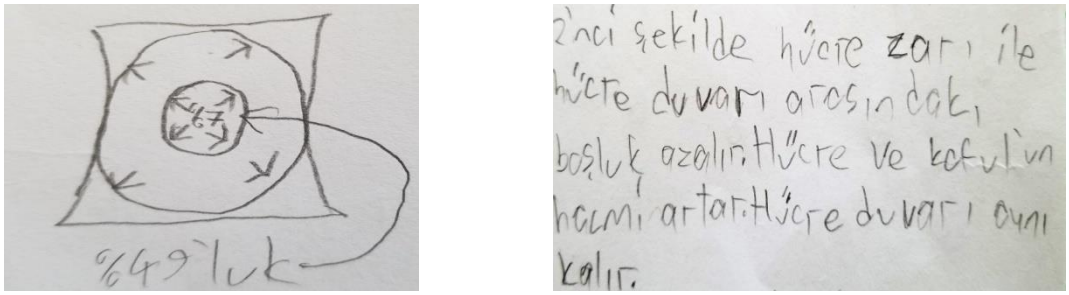
Model HİPERBO1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 23'te verilmiştir.



Şekil 23. Model HİPERBO1 ile ilgili 11Ö2'nin çizim ve açıklaması

Şekil 22 ve Şekil 23'te verilen HİPERBO1'i yansıtan çizim ve açıklamalar 12Ö3 ve 11Ö2'ye aittir. İki öğrenci de "hücre su verir, hücre duvarı değişmez, sitoplazma miktarı azalır, merkezi koful küçülür" şeklinde açıklama yapmıştır. 12Ö3 hücre zarından bahsetmemiş, 11Ö2 hücre zarının küçüleceğini belirtmiştir. Şekil 23'te yer alan 11Ö2'nin çizim ve açıklaması bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeli yansıtmaktadır.

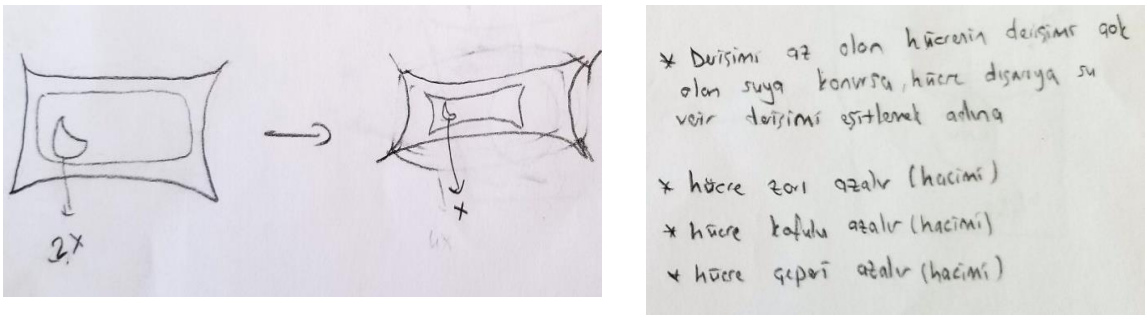
Model HİPERBO2'yi yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 24'de verilmiştir.



Şekil 24. Model HİPERBO2 ile ilgili 9Ö15'in çizim ve açıklaması

Şekil 24'deki Model HİPERBO2 ile ilgili 9Ö15'in çizim ve açıklamaları "hücre zarı ile hücre duvarı arasındaki boşluk azalır; merkezi koful ve hücre hacmi artar; hücre duvarı değişmez" şeklindedir. Öğrencinin "hücre duvarı ve hücre zarı arasındaki boşluk azalır; hücre duvarı değişmez" açıklamalarından yola çıkarak hücre zarının büyüdüğünü düşündüğü söylenebilir. Su giriş çıkışını belirtmemiştir. Hücredeki değişimleri saf su içerisine konulan bitki hücresindeki değişimlerle karıştırmıştır.

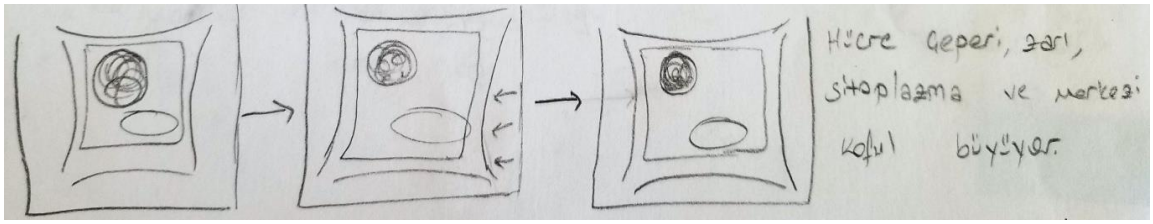
Model HİPERBO3'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 25'te verilmiştir.

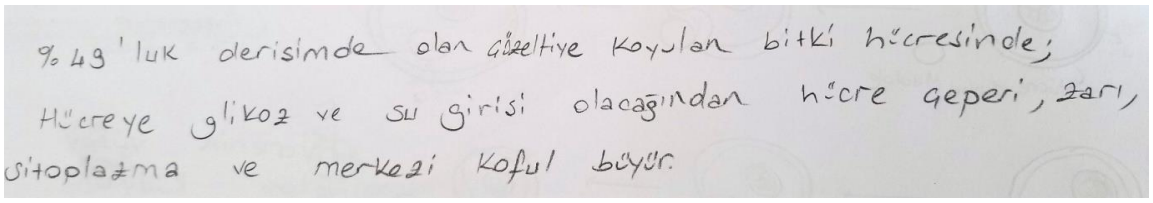


Şekil 25. Model HİPERBO3 ile ilgili 10Ö1'in çizim ve açıklaması

Şekil 25'teki Model HİPERBO3 ile ilgili 10Ö1'in çizim ve açıklamaları hücre su verir; hücre zarı, merkezi koful ve hücre çeperi hacmi azalır şeklindedir. Öğrenci çiziminde sitoplazma hacmini azaltmıştır. Tüm yapıların hacminin azalarak değişeceğini ifade etmiştir.

Model HİPERBO4'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 26'da verilmiştir.

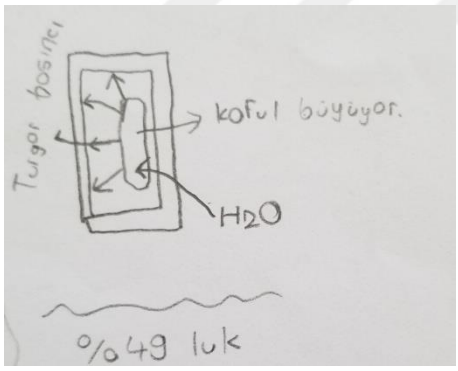


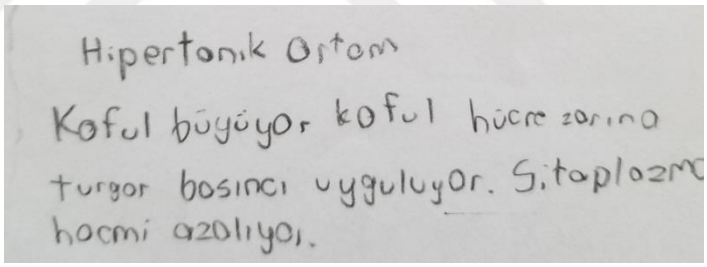


Şekil 26. Model HİPERBO4 ile ilgili 10Ö3'ün çizim ve açıklaması

Şekil 26'daki Model HİPERBO4 ile ilgili 10Ö3 hücre az yoğun ortama konulmuş gibi düşündüğünden "hücre su ve glikoz alır; hücre çeperi, hücre zarı, sitoplazma ve merkezi koful büyür" şeklinde açıklamıştır.

Model HİPERBO5'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 27'de verilmiştir.





Şekil 27. Model HİPERBO5 ile ilgili 9Ö12'nin çizim ve açıklaması

Şekil 27'deki Model HİPERBO5 ile ilgili 9Ö12'nin çizim ve açıklamaları "hücre su alır; merkezi koful ve sitoplazma hacmi azalır; turgor basıncı oluşur" şeklindedir. Öğrenci hücre duvarını çizimde değiştirmemiştir. Ortamın hipertonik ortam olduğunu doğru tespit etmesine rağmen bitki hücresindeki değişiklikleri hipotonik ortamda gerçekleşen değişikliklerle karıştırmıştır.

3.2.3. Öğrencilerin İzotonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri

İzotonik ortama konulan bitki hücresinde birim zamanda hücre içine giren ve hücre dışına çıkan su miktarı eşittir. Bitki hücresi kendisiyle eşit derişime sahip ortama konulduğu için hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarında değişiklik gerçekleşmez (Campbell ve Reece, 2006). İzotonik ortama konulan bitki hücresinde meydana gelen değişimlerle ilgili öğrenci çizim ve açıklamalarından elde edilen verilerle 3 model oluşturulmuştur. Oluşturulan her modelin tanımı, modeli yansıtan örnek öğrenci çizimleri ve açıklamaları sırasıyla verilmiştir. Bu başlık altındaki modeller modellerin ölçütleri ve ilgili zihinsel modele sahip öğrenciler Tablo 5'te verilmiştir.

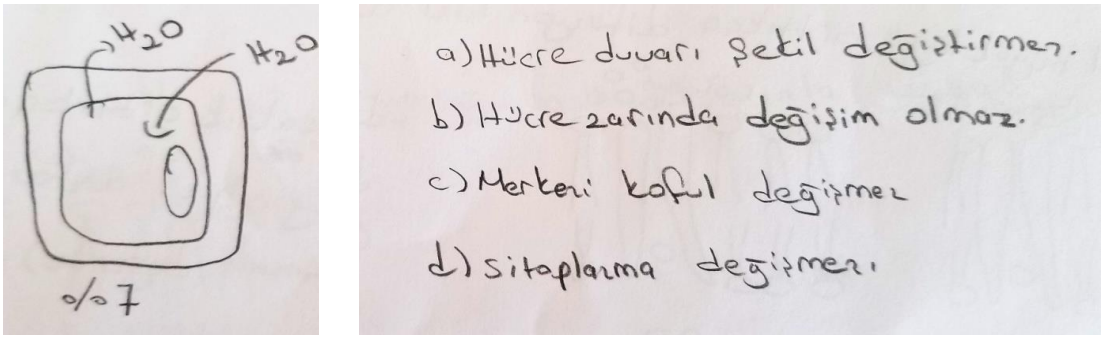
Tablo 5

İzotonik Ortamdaki Bitki Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri

Zihinsel Model Adı	Ölçüt 1. Su Geçiş Yönü	Ölçüt 2. Yapıların Değişimi	İlgili Zihinsel Modele Sahip Öğrenciler
*Model İZOBO1	Birim zamanda giren su ile çıkan su miktarı eşittir.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapıları değişmez.	9Ö1, 9Ö2, 9Ö3, 9Ö5, 9Ö6, 9Ö7, 9Ö8, 9Ö11, 9Ö12, 9Ö20, 11Ö2, 12Ö2, 12Ö9, 12Ö10.
Model İZOBO2	Su giriş çıkışı gerçekleşmez.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapıları değişmez.	9Ö4, 9Ö10, 9Ö13, 9Ö14, 9Ö15, 9Ö17, 9Ö18, 10Ö1, 10Ö2, 10Ö3, 10Ö4, 10Ö5, 10Ö6, 10Ö7, 10Ö9, 10Ö11, 10Ö12, 10Ö13, 10Ö14, 10Ö15, 10Ö16, 10Ö18, 11Ö1, 11Ö3, 11Ö4, 11Ö5, 11Ö6, 11Ö7, 11Ö9, 11Ö10, 11Ö12, 11Ö13, 11Ö14, 11Ö15, 11Ö16, 12Ö1, 12Ö3, 12Ö4, 12Ö5, 12Ö6, 12Ö7, 12Ö8, 12Ö11, 12Ö12, 12Ö13, 12Ö14, 12Ö15, 12Ö17, 12Ö18, 12Ö19, 12Ö20.
Model İZOBO3	Su alır ya da su giriş çıkışı belirtilmemiş.	Hücre duvarı, hücre zarı, merkezi koful ve sitoplazma yapılarının bazıları değişir ya da hepsi değişir.	9Ö9, 9Ö16, 10Ö10, 10Ö19, 11Ö8, 11Ö17, 11Ö18, 11Ö19, 11Ö20, 12Ö16.
Diğer	Yetersiz ya da ilişkisiz açıklama		9Ö19, 10Ö8, 10Ö17, 10Ö20, 11Ö11.

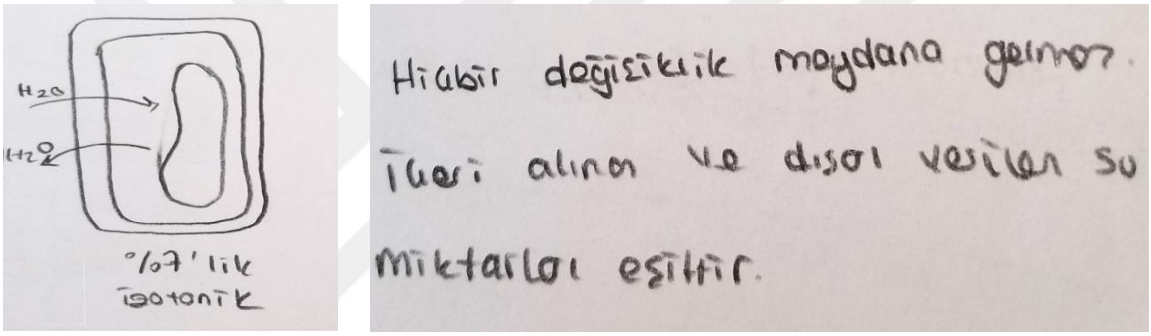
*Model İZOBO1 bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeldir.

Model İZOBO1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 28'de verilmiştir.



Şekil 28. Model İZOBO1 ile ilgili 9Ö1'in çizim ve açıklaması

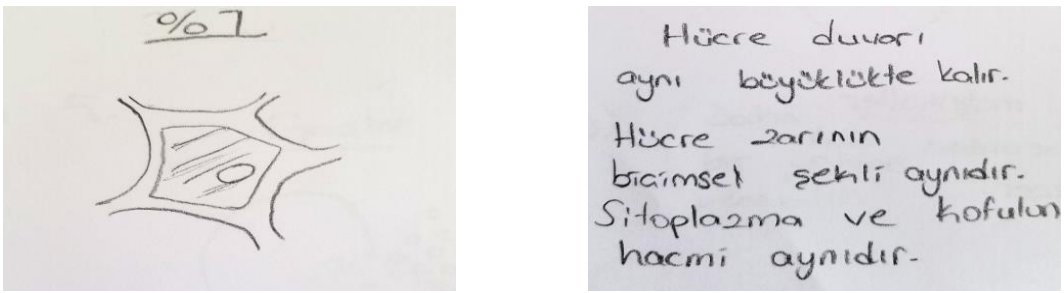
Model İZOBO1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 29'da verilmiştir.



Şekil 29. Model İZOBO1 ile ilgili 9Ö11'in çizim ve açıklaması

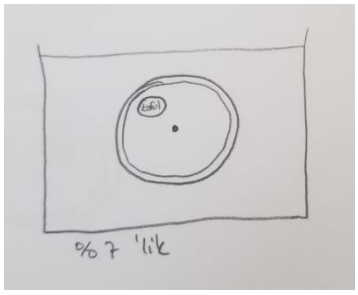
Şekil 28 ve Şekil 29'daki Model İZOBO1 ile ilgili 9Ö1 ve 9Ö11'in çizim ve açıklamalarına göre hücresel yapılarda değişiklik meydana gelmez, birim zamanda hücre içine giren ve hücre dışına çıkan su miktarı eşittir. 9Ö1 ve 9Ö11 şekil üzerinde giren ve çıkan su moleküllerini göstermişlerdir. Bu öğrencilerin çizim ve açıklamaları bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeli yansıtmaktadır.

Model İZOBO2'yi yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 30'da verilmiştir.



Şekil 30. Model İZOBO2 ile ilgili 10Ö13'ün çizim ve açıklaması

Model İZOBO2'yi yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 31'de verilmiştir.

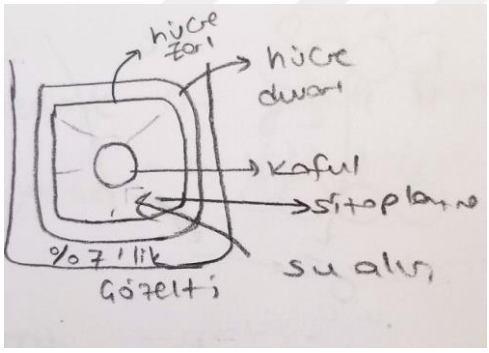


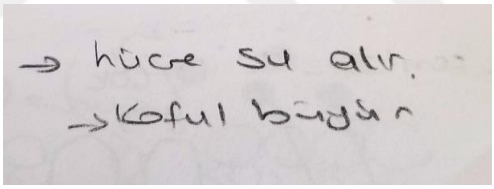
%7 'lik çözeltiye konulan hücrede herhangi bir değişiklik olmaz. Çünkü derişimleri aynıdır.

Şekil 31. Model İZOBO2 ile ilgili 12Ö20'nin çizim ve açıklaması

Şekil 30 ve Şekil 31'de verilen Model İZOBO2 ile ilgili 10Ö13 ve 12Ö20'nin çizim ve açıklamalarına göre hücresel yapılar değişmez. Ancak öğrenciler su giriş çıkışı ile alakalı bir açıklamada bulunmamışlardır. 12Ö20 bitki hücresinin şeklini köşeli yerine yuvarlak göstermiştir. Ancak hücre zarının üzerinde hücre duvarını göstermiştir.

Model İZOBO3'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 32'de verilmiştir.





Şekil 32. Model İZOBO3 ile ilgili 9Ö9'un çizim ve açıklaması

Şekil 32'deki İZOBO3 ile ilgili 9Ö9 bitki hücresi ile ortam derişiminin aynı olduğunu düşünmemiş ve bitki hücresi ortamdan su alır şeklinde açıklama yapmıştır. Ayrıca kofulun büyüdüğünü de ifade etmiştir.

3.3. Öğrencilerin Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri

Hayvan hücrelerinde osmoz ile ilgili zihinsel model oluşturulurken 4 ölçüte göre gruplandırılma yapılmıştır. Bu ölçütler hücrenin içerisine konulduğu çözelti derişiminin adlandırılması, osmotik basıncın yüksek olduğu bölgenin tespit edilmesi, su geçiş yönünün

tespit edilmesi ve bağırsak torbasındaki (yapay hayvan hücresi) değişimin ifade edilmesi şeklindedir. Zihinsel modeller hipotonik ve hipertonik olmak üzere 2 farklı ortam için ayrı ayrı gruplandırılmıştır.

3.3.1. Öğrencilerin Hipertonik Ortamdaki Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri

%10'luk glikojen çözeltisi içeren yapay hücre-bağırsak torbası (K) %30'luk glikojen çözeltisi içeren ortama bırakılıyor. Çözelti hücreden daha yoğun olduğu için çözelti hipertoniktir. Çözünmüş maddelerin etkisinden dolayı, zar boyunca suyun hareket etme eğilimine osmotik potansiyel denir. Kaptaki çözeltinin derişimi daha fazla olduğu için osmotik basıncı daha yüksektir. Bu nedenle hücreden su çıkışı gerçekleşir ve hücre büzülür-küçülür. Glikojen polimer yapıda olduğu için hücreden çıkamaz. Kaptaki su seviyesi artar. Kaptaki çözeltinin derişimi azalır (Eichorn ve Evert, 2016; Campbell ve Reece, 2006). Hipertonik ortama konulan hayvan hücresinde meydana gelen değişimlerle ilgili öğrenci çizim ve açıklamalarından elde edilen verilerle 5 model oluşturulmuştur. Oluşturulan her modelin tanımı, modeli yansıtan örnek öğrenci çizimleri ve açıklamaları sırasıyla verilmiştir. Bu başlık altında yer alan modeller modellerin ölçütleri ve ilgili zihinsel modele sahip öğrenciler Tablo 6'da verilmiştir.

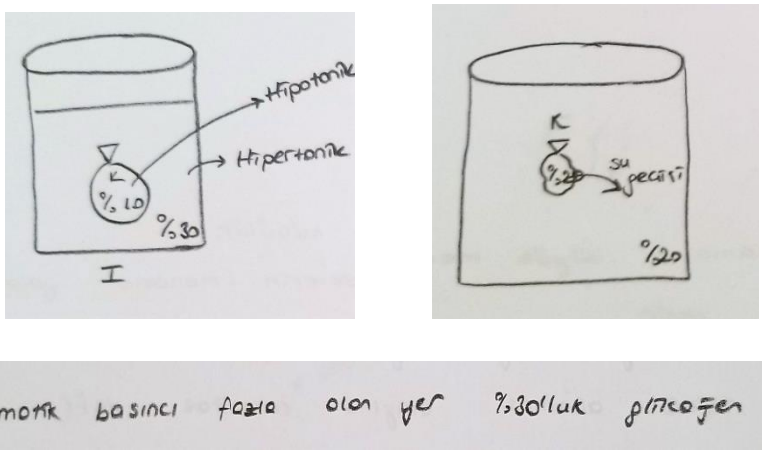
Tablo 6

Hipertonik Ortamdaki Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri

Zihinsel Model Adı	Ölçüt 1. Çözelti Derişimi	Ölçüt 2. Osmotik Basıncın Yüksek Olduğu Bölge	Ölçüt 3. Su Geçiş Yönü	Ölçüt 4. Bağırsak Torbasındaki Değişim	İlgili Zihinsel Modele Sahip Öğrenciler
*Model HİPERHO1	Hipertonik	Kaptaki çözelti	Hücre su verir.	Büzülür veya küçülür.	9Ö1, 9Ö3, 9Ö4, 9Ö7, 9Ö8, 9Ö11, 9Ö12, 9Ö18, 10Ö1, 10Ö18, 11Ö1, 11Ö2, 11Ö3, 11Ö5, 11Ö6, 11Ö7, 11Ö8, 11Ö10, 11Ö12, 12Ö1, 12Ö2, 12Ö3, 12Ö4, 12Ö5, 12Ö6, 12Ö8, 12Ö9, 12Ö12, 12Ö13, 12Ö14, 12Ö15, 12Ö18, 12Ö19.
Model HİPERHO2	Hipertonik	Hücre ya da kaptaki çözelti	Hücre su alır veya madde alır.	Büyür veya şişer.	9Ö6, 9Ö14, 10Ö2, 10Ö3, 10Ö4, 10Ö5, 10Ö6, 10Ö15, 10Ö17, 10Ö19, 11Ö18, 12Ö7, 12Ö17.
Model HİPERHO3	Hipertonik	Hücre	Hücre su verir veya madde verir.	Büzülür veya küçülür.	9Ö2, 11Ö4, 11Ö13.
Model HİPERHO4	Hipotonik	Hücre ya da kaptaki çözelti	Hücre su verir veya madde verir.	Büzülür veya küçülür.	9Ö10, 9Ö13, 9Ö17, 10Ö7, 12Ö10, 12Ö20.
Model HİPERHO5	Hipotonik	Hücre ya da kaptaki çözelti	Hücre su alır veya madde alır.	Büyür veya şişer.	9Ö5, 9Ö15, 9Ö16, 9Ö19, 9Ö20, 10Ö8, 10Ö10, 10Ö20, 11Ö9, 11Ö16, 12Ö11, 12Ö16.
Diğer	Yetersiz ya da ilişkisiz açıklama				9Ö9, 10Ö9, 10Ö11, 10Ö12, 10Ö13, 10Ö14, 10Ö16, 11Ö11, 11Ö14, 11Ö15, 11Ö17, 11Ö19, 11Ö20.

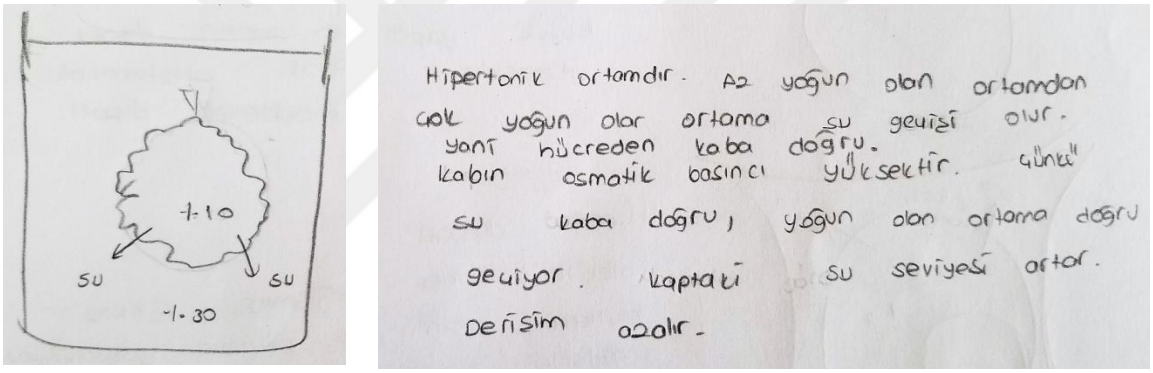
*Model HİPERHO1 bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeldir.

Model HİPERHO1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 33'te verilmiştir.



Şekil 33. Model HİPERHO1 ile ilgili 11Ö6'nın çizim ve açıklaması

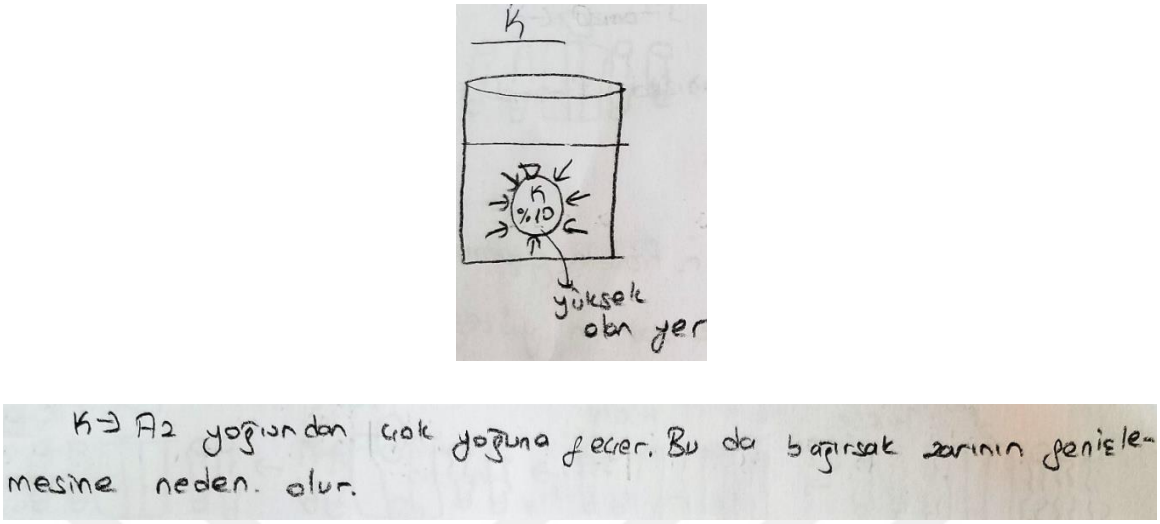
Model HİPERHO1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 34'te verilmiştir.



Şekil 34. Model HİPERHO1 ile ilgili 11Ö3'ün çizim ve açıklaması

Şekil 33 ve Şekil 34'te verilen Model HİPERHO1'i yansıtan çizim ve açıklamalar 11Ö6 ve 11Ö3'e aittir. Bu öğrenciler çözeltinin hipertonik ve OB'sinin yüksek olduğunu belirtmiştir. Hücreden kaba su çıkışının olduğunu ve hücrenin büzüldüğünü göstermişlerdir. 11Ö3 kaptaki sıvı seviyesinin artacağını ve derişiminin azalacağını belirtmiştir. Bu öğrencilerin çizim ve açıklamaları bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeli yansıtmaktadır.

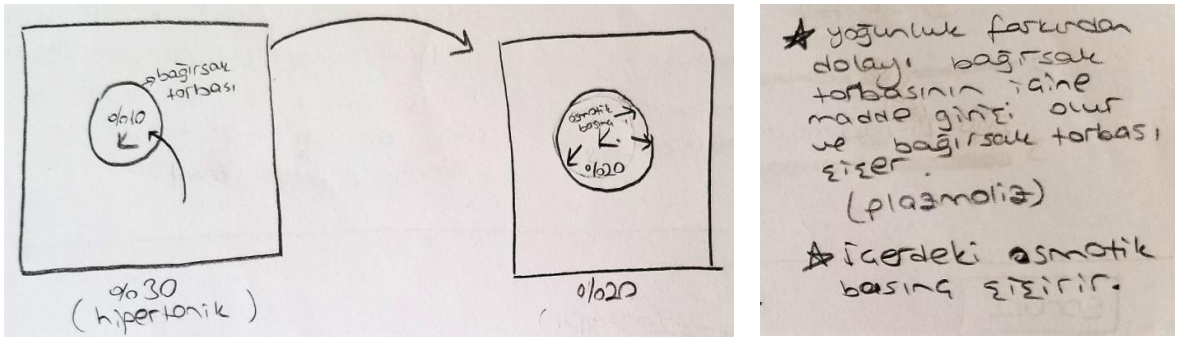
Model HİPERHO2'yi yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 35'te verilmiştir.



Şekil 35. Model HİPERHO2 ile ilgili 10Ö5'in çizim ve açıklaması

Şekil 35'te yer alan Model HİPERHO2'ye ait çizim ve açıklama 10Ö5'e aittir. Hipertonik ve hipotonik ortamları belirtmemiş sadece OB'nin fazla olduğu yeri hücre olarak göstermiştir. Az yoğundan çok yoğuna geçer şeklinde açıklama yapması yoğunluk kavramını bilmediğini göstermektedir. Öğrenci hücrenin genişlediğini göstermiştir. Ancak hücreye geçen maddenin ne olduğundan (su ya da glikojen) bahsetmemiştir.

Model HİPERHO2'yi yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 36'da verilmiştir.

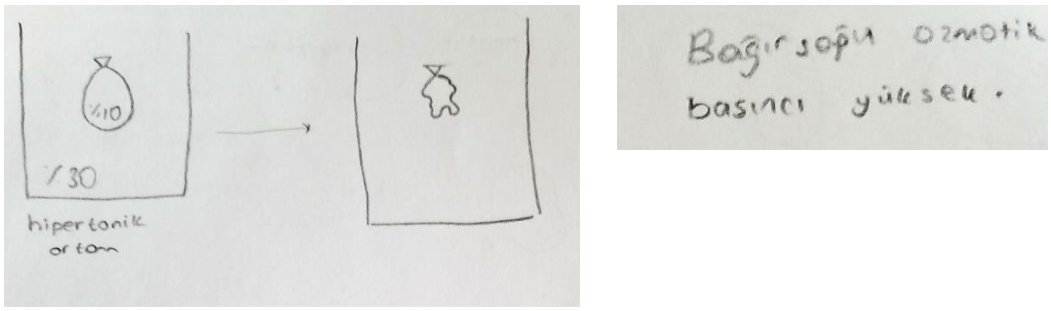


Şekil 36. Model HİPERHO2 ile ilgili 9Ö6'nın çizim ve açıklaması

Şekil 36'daki Model HİPERHO2 ile ilgili çizim ve açıklama 9Ö6'ya aittir. Öğrenci soruya ilişkin cevabını çözelti hipertoniktir, hücrenin OB'si fazla olduğundan hücreye madde girişi gerçekleşir ve hücre şişer şeklinde açıklamıştır. Hücreye giren maddenin ne olduğundan (su ya da glikojen) bahsetmemiştir. Hücrenin şişmesini plazmoliz olarak yanlış

şekilde adlandırmıştır. Son durumda hücre ve çözelti derişiminin eşitlendiğini çizim üzerinde göstermiştir.

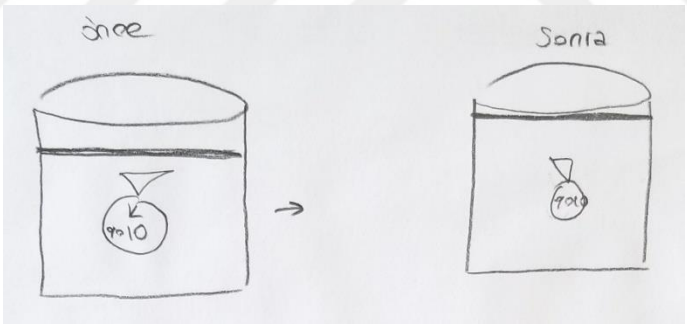
Model HİPERHO3'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 37'de verilmiştir.



Şekil 37. Model HİPERHO3 ile ilgili 9Ö2'nin çizim ve açıklaması

Şekil 37'de Model HİPERHO3 ile ilgili 9Ö2'nin çizim ve açıklaması verilmiştir. Çözelti hipertonik, hücre OB'si yüksek ve hücre büzülür şeklinde belirtmiştir.

Model HİPERHO4'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 38'de verilmiştir.



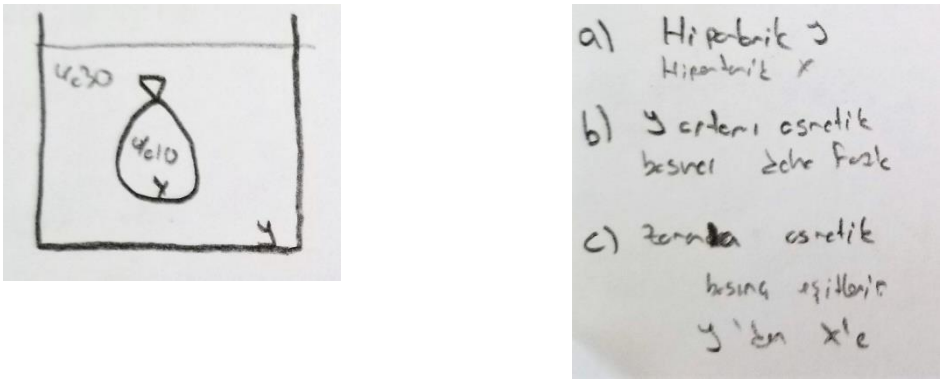
%10'luk glikoz içeren bağırsak kesitinde hipertonik ortam su, hipertonik ortam ise bağırsaktır.

%10'luk için, osmotik basınç %30'luk sıvı içeren kapta daha yüksektir.

Şekil 38. Model HİPERHO4 ile ilgili 9Ö13'ün çizim ve açıklaması

Şekil 38'de verilen Model HİPERHO4'ü yansıtan çizim ve açıklama 9Ö13'e aittir. Öğrenci cevabını "çözelti hipotoniktir, kaptaki çözelti OB'si daha yüksektir." şeklinde açıklamıştır. Çizimde hücreyi küçülür olarak göstermiştir.

Model HİPERHO5'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 39'da verilmiştir.



Şekil 39. Model HİPERHO5 ile ilgili 9Ö16'nın çizim ve açıklaması

Şekil 39'da verilen HİPERHO5'i yansıtan çizim ve açıklama 9Ö16'ya aittir. Öğrenci cevabını "çözelti hipotoniktir, çözeltinin OB'si yüksektir, zamanla OB eşitlenir." şeklinde açıklamıştır.

3.3.2. Öğrencilerin Hipotonik Ortamdaki Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Zihinsel Modelleri

%70'lik glikojen çözeltisi içeren yapay hücre-bağırsak torbası (L) %30'luk glikojen çözeltisi içeren ortama bırakılıyor. Çözelti hücreden daha az yoğun olduğu için çözelti hipotoniktir. Hücrenin OB'si yüksektir. Bu nedenle hücreye su girişi gerçekleşir ve hücre şişer. Glikojen polimer olduğu için hücreden çıkamaz. Kaptaki su miktarı azalır. Kaptaki çözelti derişimi artar (Eichorn ve Evert, 2016; Campbell ve Reece, 2006). Hipotonik ortama konulan hayvan hücresinde meydana gelen değişimlerle ilgili öğrenci çizim ve açıklamalarından elde edilen verilerle 5 model oluşturulmuştur. Oluşturulan her modelin tanımı, modeli yansıtan örnek öğrenci çizimleri ve açıklamaları sırasıyla verilmiştir. Bu başlık altında oluşturulan modeller modellerin ölçütleri ve ilgili zihinsel modele sahip öğrenciler Tablo 7'de verilmiştir.

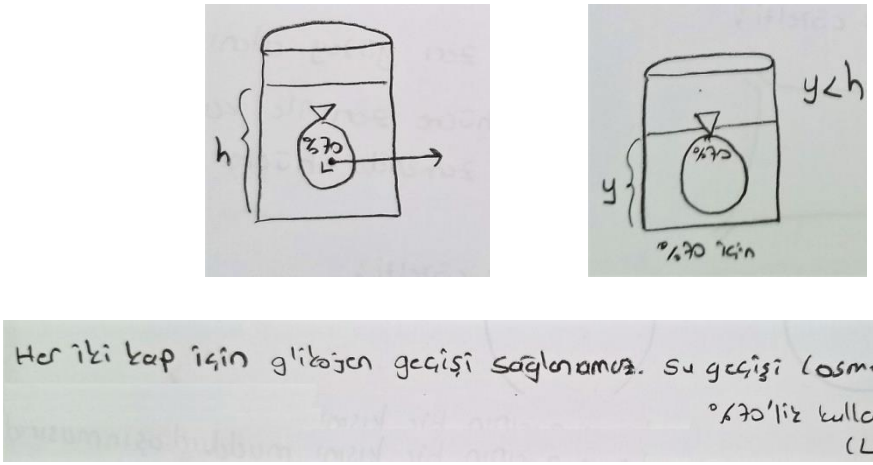
Tablo 7

Hipotonik Ortamdaki Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütleri

Zihinsel Model Adı	Ölçüt 1. Çözelti Derişimi	Ölçüt 2. Osmotik Basıncın Yüksek Olduğu Bölge	Ölçüt 3. Su Geçiş Yönü	Ölçüt 4. Bağırsak Torbasındaki Değişim	İlgili Modele Sahip Öğrenciler
*Model HİPOHO1	Hipotonik	Hücre	Hücre su alır.	Büyür veya şişer.	9Ö1, 9Ö3, 9Ö4, 9Ö8, 9Ö11, 9Ö12, 9Ö18, 10Ö1, 10Ö18, 11Ö1, 11Ö2, 11Ö3, 11Ö5, 11Ö6, 11Ö7, 11Ö8, 11Ö10, 11Ö12, 11Ö13, 11Ö16, 12Ö1, 12Ö2, 12Ö3, 12Ö4, 12Ö5, 12Ö6, 12Ö8, 12Ö9, 12Ö12, 12Ö13, 12Ö14, 12Ö15, 12Ö18, 12Ö19.
Model HİPOHO2	Hipotonik	Hücre ya da kaptaki çözelti	Hücre su verir veya madde verir.	Büzülür veya küçülür.	9Ö6, 9Ö14, 9Ö16, 10Ö2, 10Ö3, 10Ö4, 10Ö5, 10Ö6, 10Ö10, 10Ö15, 10Ö17, 11Ö18, 12Ö7, 12Ö17.
Model HİPOHO3	Hipotonik	Kaptaki çözelti	Hücre su alır veya madde alır.	Büyür veya şişer.	9Ö2, 9Ö7, 10Ö19, 11Ö4.
Model HİPOHO4	Hipertonik	Hücre ya da kaptaki çözelti	Hücre su alır veya madde alır.	Büyür veya şişer.	9Ö10, 9Ö13, 9Ö17, 10Ö7, 12Ö10, 12Ö20.
Model HİPOHO5	Hipertonik	Hücre ya da kaptaki çözelti	Hücre su verir veya madde verir.	Büzülür veya küçülür.	9Ö5, 9Ö15, 9Ö19, 9Ö20, 10Ö8, 10Ö20, 11Ö9, 12Ö11, 12Ö16.
Diğer	Yetersiz ya da ilişkisiz açıklama				9Ö9, 10Ö9, 10Ö11, 10Ö12, 10Ö13, 10Ö14, 10Ö16, 11Ö11, 11Ö14, 11Ö15, 11Ö17, 11Ö19, 11Ö20

*Model HİPOHO1 bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeldir.

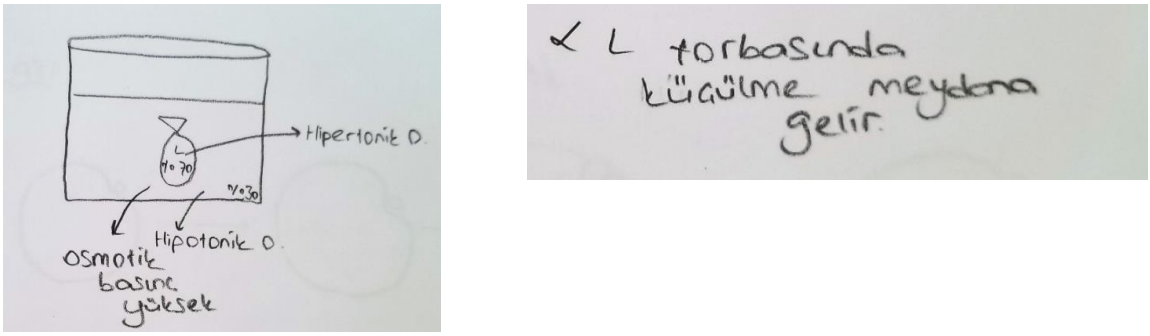
Model HİPOHO1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 40'da verilmiştir.



Şekil 40. Model HİPOHO1 ile ilgili 12Ö13'ün çizim ve açıklaması

Şekil 40'ta verilen Model HİPOHO1'i yansıtan çizim ve açıklama 12Ö13'e aittir. Öğrenci glikojen geçişinin gerçekleşemeyeceğini sadece su geçişinin gerçekleşeceğini belirtmiştir. Çözeltinin hipotonik olduğunu açıklayarak; hücrenin su alarak şişeceğini ve sıvı seviyesinin azalacağını şekil üzerinde göstermiştir. Öğrencinin çizim ve açıklaması bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeli yansıtmaktadır.

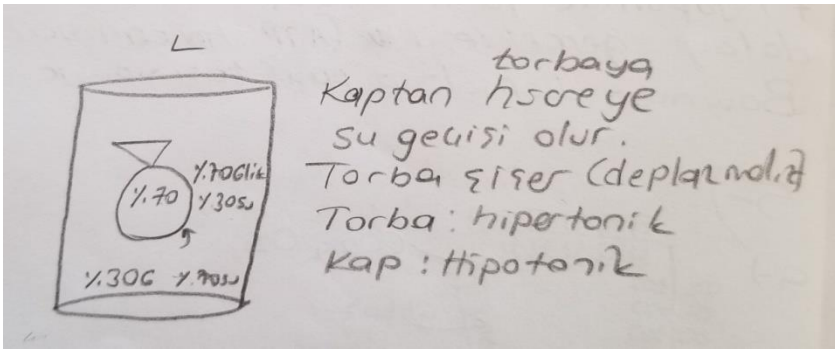
Model HİPOHO2'yi yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 41'de verilmiştir.

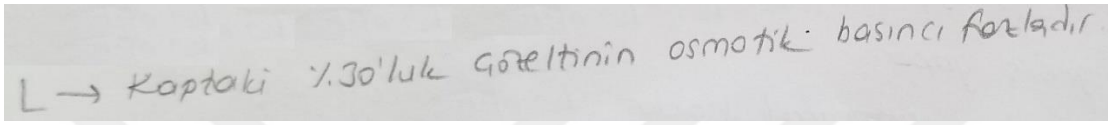


Şekil 41. Model HİPOHO2 ile ilgili 12Ö17'nin çizim ve açıklaması

Şekil 41'de yer alan Model HİPOHO2'yi yansıtan çizim ve açıklama 12Ö17'ye aittir. Öğrenci "Çözelti hipotonik, çözeltinin OB'si yüksek, hücrede küçülme meydana gelir." şeklinde açıklama yapmıştır. Küçülmenin sebebinin ne olduğunu (su ya da glikojen çıkışı) belirtmemiştir.

Model HİPOHO3'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 42'de verilmiştir.

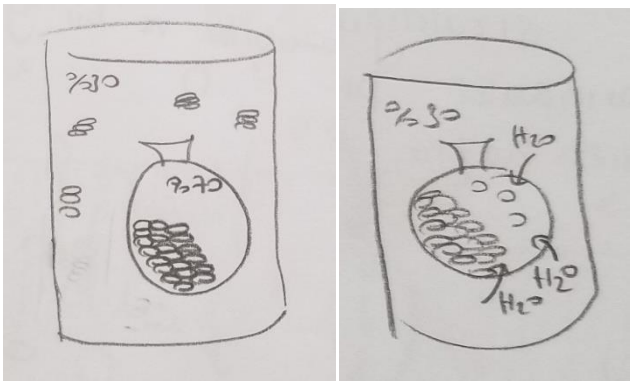


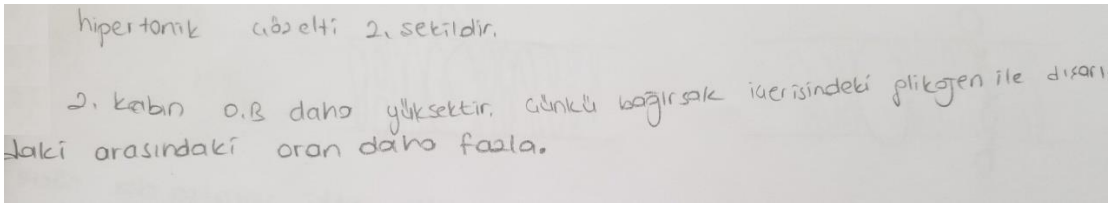


Şekil 42. Model HİPOHO3 ile ilgili 11Ö4'ün çizim ve açıklaması

Şekil 42'de Model HİPOHO3 ile ilgili 11Ö4'ün çizim ve açıklaması verilmiştir. Öğrenci "çözelti hipotonik, çözelti OB'si yüksek, hücre su alır ve şişer (deplazmoliz)" şeklinde açıklama yapmıştır. Osmotik basıncın çözeltide daha fazla olduğunu belirtmesi sebebiyle osmotik basınçla alakalı yanlış bilgisinin bulunduğu görülmektedir.

Model HİPOHO4'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 43'te verilmiştir.

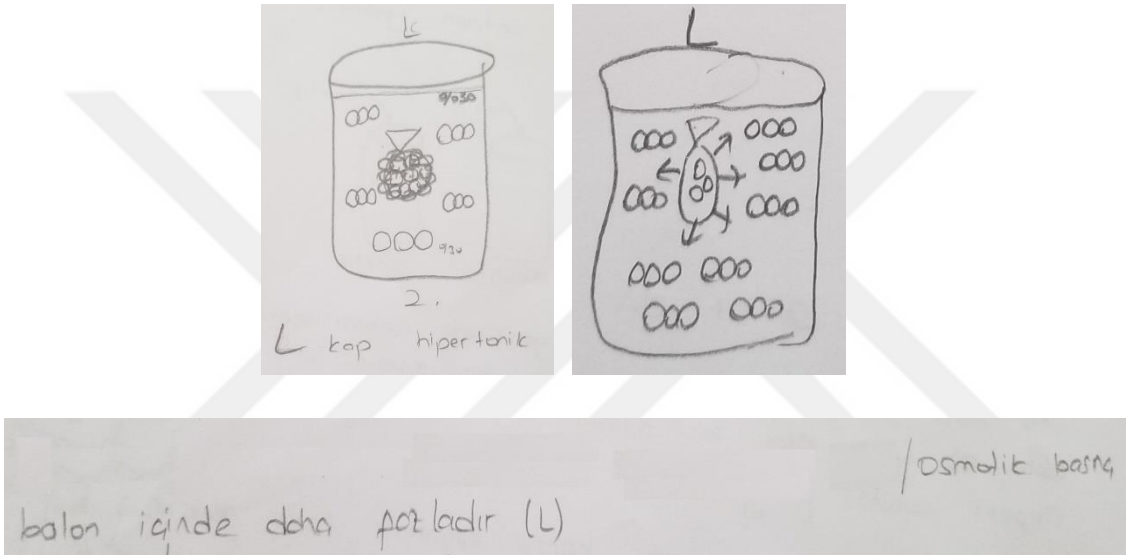




Şekil 43. Model HİPOHO4 ile ilgili 12Ö10'un çizim ve açıklaması

Şekil 43'te Model HİPOHO4 ile ilgili 12Ö10'un çizim ve açıklaması verilmiştir. Öğrenci "2. kaptaki (L kabı) çözelti hipertonik, çözeltinin OB'si yüksek, hücre su alır." şeklinde açıklama yapmıştır. Çözelti hücreye göre daha az yoğun olduğu için hipotonik olarak isimlendirilir ancak öğrenci hipertonik olarak belirtmiştir. %70'lik çözeltinin bulunduğu hücrenin OB'si daha yüksektir ancak öğrenci %30'luk çözeltinin bulunduğu kabın OB'sinin yüksek olduğunu belirtmiştir. Öğrencinin bu açıklamalarından dolayı OB, hipotonik ve hipertonik kavramlarıyla alakalı yanlış bilgilere sahip olduğu görülmektedir.

Model HİPOHO5'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 44'te verilmiştir.



Şekil 44. Model HİPOHO5 ile ilgili 11Ö9'un çizim ve açıklaması

Şekil 44'te verilen Model HİPOHO5'i yansıtan çizim ve açıklama 11Ö9'a aittir. Öğrenci "2. kap (L kabı) için çözelti hipertonik, OB hücre içinde fazla, su verir" şeklinde göstermiştir. Dışarıya verilen maddeyi 3 atomlu olarak çizerek suyu göstermiştir. Bu ortamı hipertonik ortam olarak düşündüğü için su giriş çıkışını ve hücrenin değişimini yanlış göstermiştir.

3.4. Öğrencilerin Difüzyonu Etkileyen Faktörler ile İlgili Zihinsel Modelleri

Difüzyon, maddelerin kendi iyon ve moleküllerinin hareketi ile ortamdaki konsantrasyonu eşitlemek için yapılan yayılım hareketidir (Eichorn ve Evert, 2016). Molekül büyüklüğü, sıcaklık, ortamdaki derişim farkı ve difüzyon yüzeyi gibi faktörler difüzyon hızını etkiler. Öğrencilerin difüzyonu etkileyen faktörlerle ilgili zihinsel modelleri molekül büyüklüğü, sıcaklık ve derişim farkı olmak üzere 3 grupta incelenmiştir. Difüzyon ile ilgili öğrenci

çizim ve açıklamalarından elde edilen verilerle molekül büyüklüğünün etkisi ile ilgili 3, sıcaklığın etkisi ile ilgili 2, derişim farkının etkisi ile ilgili 3 zihinsel model oluşturulmuştur. Molekül büyüklüğünün difüzyona etkisinde ölçüt molekül büyüklüğü, difüzyona sıcaklığın etkisinde ölçüt sıcaklık, ortamların derişim farkının difüzyona etkisinde ölçüt derişim farkıdır. Modellerin açıklamaları ve ilgili zihinsel modele sahip öğrenciler Tablo 8, Tablo 9 ve Tablo 10'da verilmiştir. Ardından modelleri yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklamaları yer almıştır.

Tablo 8

Molekül Büyüklüğünün Difüzyona Etkisi ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütü

Zihinsel Model Adı	Ölçüt. Molekül Büyüklüğü	İlgili Zihinsel Modele Sahip öğrenciler
*Model MBD1	Molekül büyüklüğü arttıkça difüzyon hızı azalır.	9Ö1, 9Ö2, 9Ö3, 9Ö4, 9Ö5, 9Ö6, 9Ö7, 9Ö8, 9Ö9, 9Ö10, 9Ö11, 9Ö12, 9Ö13, 9Ö14, 9Ö15, 9Ö16, 9Ö17, 9Ö18, 9Ö19, 9Ö20, 10Ö1, 10Ö2, 10Ö3, 10Ö4, 10Ö5, 10Ö6, 10Ö8, 10Ö9, 10Ö10, 10Ö11, 10Ö12, 10Ö13, 10Ö15, 10Ö17, 10Ö18, 10Ö20, 11Ö1, 11Ö2, 11Ö3, 11Ö4, 11Ö5, 11Ö6, 11Ö7, 11Ö8, 11Ö9, 11Ö12, 11Ö13, 11Ö14, 11Ö15, 11Ö16, 11Ö17, 11Ö18, 11Ö19, 11Ö20, 12Ö1, 12Ö2, 12Ö3, 12Ö4, 12Ö5, 12Ö6, 12Ö7, 12Ö9, 12Ö10, 12Ö11, 12Ö13, 12Ö14, 12Ö15, 12Ö16, 12Ö18, 12Ö19, 12Ö20.
Model MBD2	Molekül büyüklüğü arttıkça difüzyon hızı artar.	10Ö14, 11Ö10, 11Ö11,12Ö8, 12Ö12, 12Ö17.
Model MBD3	Molekül büyüklüğü difüzyon hızını etkilemez.	10Ö19.
Diğer	Yetersiz ya da ilişkisiz açıklama	10Ö7, 10Ö16.

*Model MBD1 bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeldir.

Tablo 9

Sıcaklığın Difüzyona Etkisi ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütü

Zihinsel Model Adı	Ölçüt. Sıcaklık	İlgili Zihinsel Modele Sahip Öğrenciler
*Model SD1	Sıcaklık arttıkça difüzyon hızı artar.	9Ö1, 9Ö2, 9Ö3, 9Ö4, 9Ö6, 9Ö7, 9Ö8, 9Ö9, 9Ö10, 9Ö11, 9Ö12, 9Ö13, 9Ö14, 9Ö15, 9Ö16, 9Ö17, 9Ö18, 9Ö19, 9Ö20, 10Ö1, 10Ö2, 10Ö3, 10Ö4, 10Ö5, 10Ö6, 10Ö8, 10Ö10, 10Ö11, 10Ö12,10Ö13, 10Ö14, 10Ö15, 10Ö17, 10Ö18, 10Ö19, 10Ö20, 11Ö1, 11Ö2, 11Ö3, 11Ö4, 11Ö5, 11Ö6, 11Ö7, 11Ö8, 11Ö9, 11Ö10, 11Ö12, 11Ö13, 11Ö15, 11Ö16, 11Ö17, 11Ö18, 11Ö19, 11Ö20, 12Ö1, 12Ö2, 12Ö3, 12Ö4, 12Ö5, 12Ö6, 12Ö7, 12Ö9, 12Ö10, 12Ö11, 12Ö12, 12Ö13, 12Ö14, 12Ö15, 12Ö16, 12Ö17, 12Ö18, 12Ö19.
Model SD2	Sıcaklık arttıkça difüzyon hızı azalır.	10Ö16, 11Ö11, 11Ö14, 12Ö8.
Diğer	Yetersiz ya da ilişkisiz açıklama	9Ö5, 10Ö7, 10Ö9, 12Ö20.

*Model SD1 bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeldir.

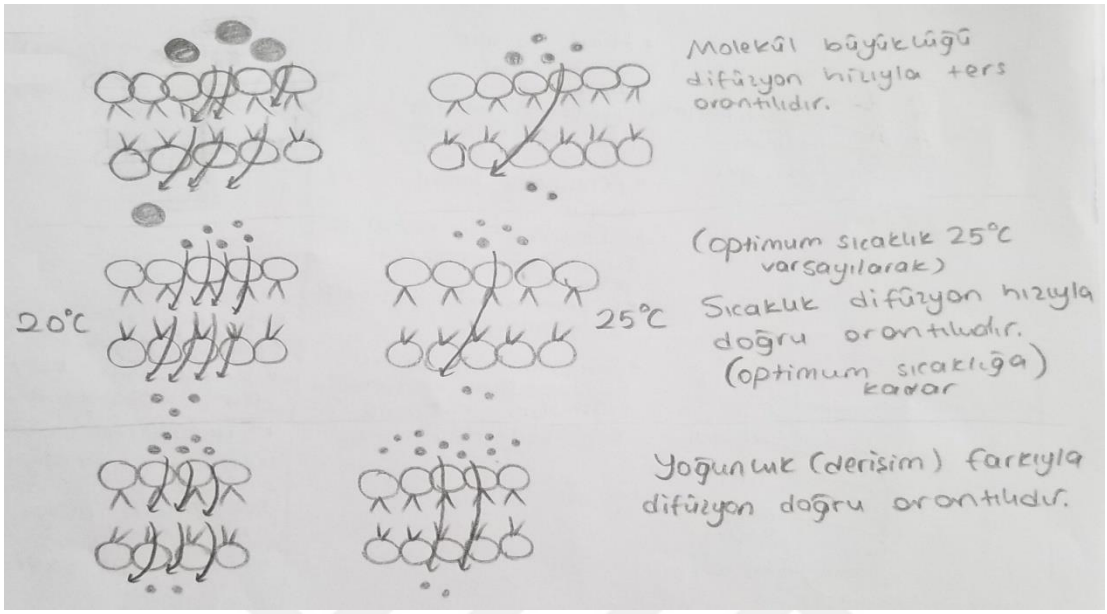
Tablo 10

Derişim Farkının Difüzyona Etkisi ile İlgili Oluşturulan Zihinsel Modeller ve Modellerin Ölçütü

Zihinsel Model Adı	Ölçüt. Ortamların Derişim Farkı	İlgili Zihinsel Modele Sahip Öğrenciler
*Model DFD1	Derişim farkı arttıkça difüzyon hızı artar.	9Ö1, 9Ö2, 9Ö3, 9Ö4, 9Ö5, 9Ö6, 9Ö7, 9Ö8, 9Ö9, 9Ö10, 9Ö11, 9Ö12, 9Ö13, 9Ö14, 9Ö15, 9Ö17, 9Ö18, 9Ö19, 9Ö20, 10Ö1, 10Ö13, 11Ö1, 11Ö2, 11Ö3, 11Ö4, 11Ö5, 11Ö6, 11Ö7, 11Ö8, 11Ö10, 11Ö12, 12Ö1, 12Ö2, 12Ö3, 12Ö4, 12Ö6, 12Ö7, 12Ö8, 12Ö9, 12Ö10, 12Ö12, 12Ö13, 12Ö14, 12Ö15, 12Ö18, 12Ö19, 12Ö20.
Model DFD2	Derişim farkı arttıkça difüzyon hızı azalır.	10Ö2, 10Ö3, 10Ö5, 11Ö11, 11Ö13, 12Ö5.
Model DFD3	Molekül yoğunluğu difüzyon hızını artırır ya da azaltır.	10Ö4,10Ö6, 10Ö10, 10Ö11, 10Ö12, 10Ö14, 10Ö15, 10Ö17, 10Ö18, 10Ö19, 10Ö20, 11Ö9, 11Ö14, 11Ö15, 11Ö16, 11Ö17, 11Ö18, 11Ö19, 11Ö20, 12Ö11, 12Ö16, 12Ö17.
Diğer	Yetersiz ya da ilişkisiz açıklama	9Ö16, 10Ö7, 10Ö8, 10Ö9, 10Ö16.

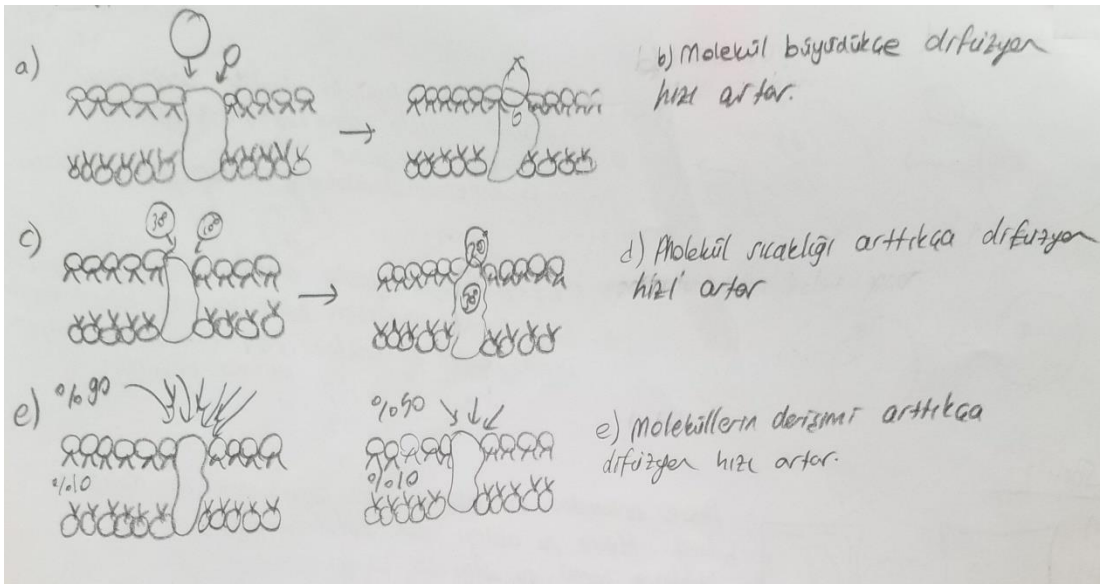
*Model DFD1 bilimsel olarak doğru kabul edilen zihinsel modeldir.

Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 45'te verilmiştir.



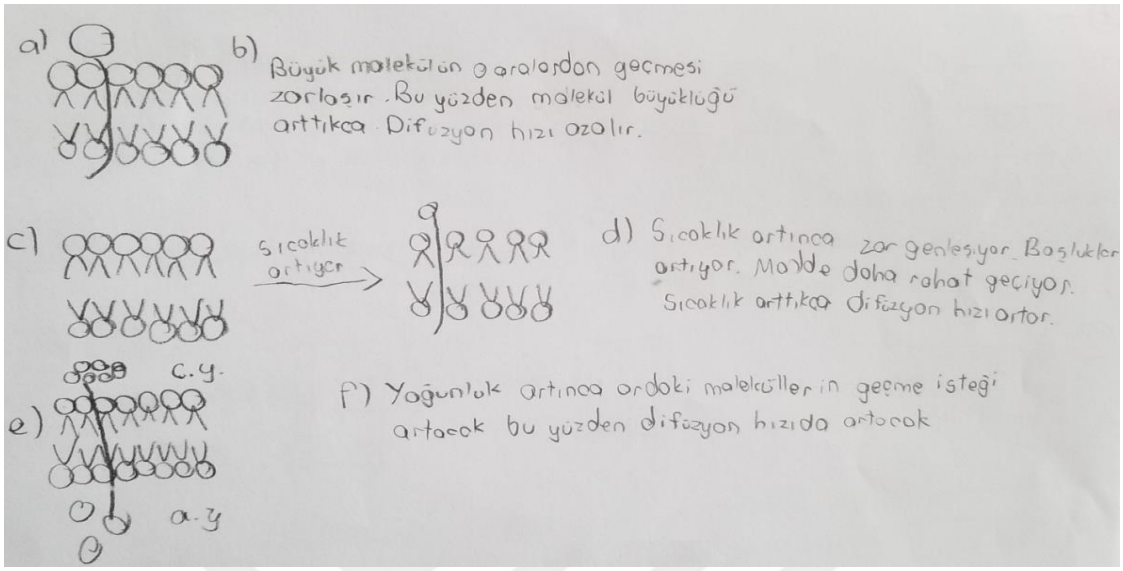
Şekil 45. Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1 ile ilgili 9Ö7'nin çizim ve açıklaması

Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 46'da verilmiştir.



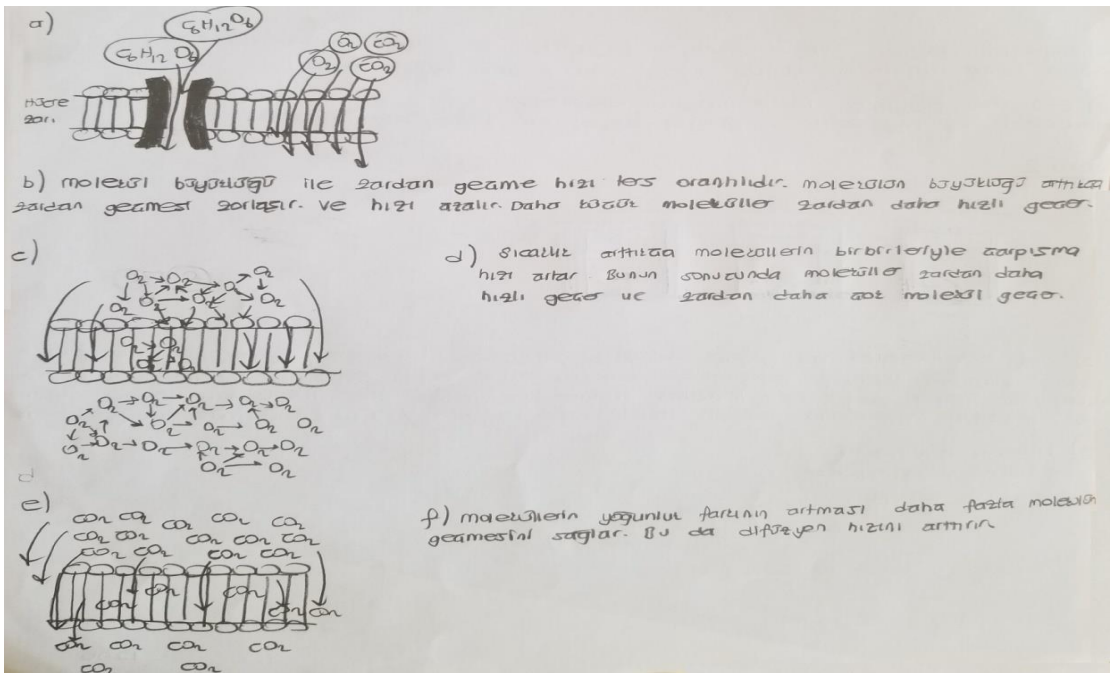
Şekil 46. Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1 ile ilgili 12Ö9'un çizim ve açıklaması

Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 47'de verilmiştir.



Şekil 47. Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1 ile ilgili 9Ö12'nin çizim ve açıklaması

Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1'i yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 48'de verilmiştir.



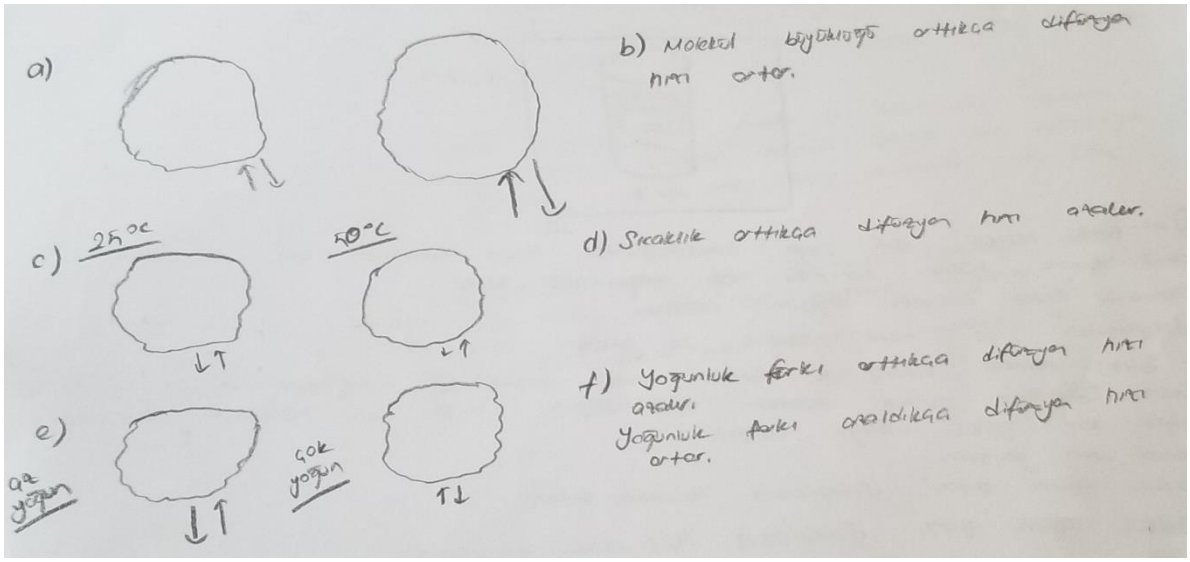
Şekil 48. Model MBD1, Model SD1 ve Model DFD1 ile ilgili 12Ö6'nın çizim ve açıklaması

Molekül büyüklüğü arttıkça difüzyon hızı azalır çünkü küçük moleküller büyük moleküllere göre hücre zarından daha kolay geçer. Bu ölçüte göre Model MBD1 oluşturulmuştur. Şekil 45, 47 ve 48'deki 9Ö7, 9Ö12 ve 12Ö6 çizim ve açıklamaları ile bu modeli ifade etmiştir. Ancak Şekil 46'daki 12Ö9 çizim ile doğru ifadede bulunurken açıklamasında molekül büyüdükçe difüzyon hızı artar şeklinde yanlış bir açıklama yapmıştır.

Sıcaklık arttıkça difüzyon hızı artar çünkü moleküllerin kinetik enerjisi artacaktır. Bu ölçüte göre Model SD1 oluşturulmuştur. 9Ö7, 12Ö9, 9Ö12 ve 12Ö6 çizim ve açıklamalarıyla Model SD1'i ifade etmiştir. Sıcaklığın canlı organizmalarda optimum değerde olması gerekir. 9Ö7 optimum sıcaklık kavramına değinmiştir. 9Ö12 sıcaklık artışının difüzyonu artıracağını ifade etmesine rağmen açıklamasında sıcaklığın zardaki porlara zarar verdiğini ve moleküllerin bu nedenle daha kolay geçebileceğini ifade etmiştir.

Ortamlar arasındaki derişim farkı arttıkça difüzyon hızı artar. Bu ölçüte göre Model DFD1 oluşturulmuştur. 9Ö7, 9Ö12, 12Ö9 ve 12Ö6 bu modeli ifade edecek açıklamalarda bulunmuşlardır.

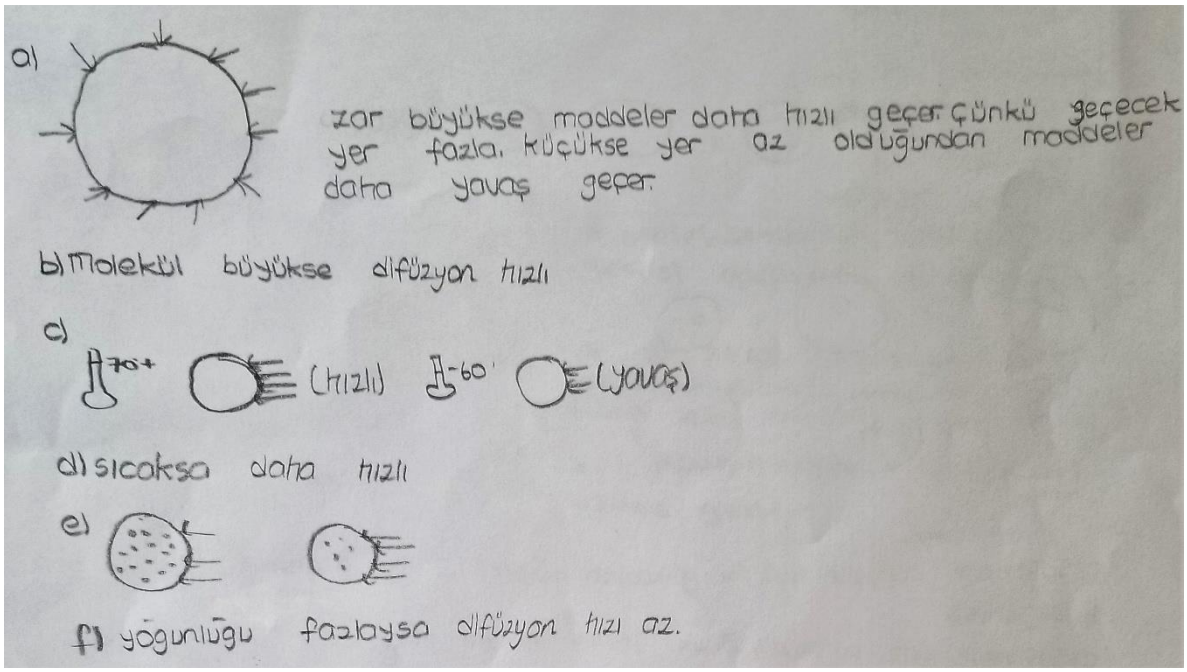
Model MBD2, Model SD2 ve Model DFD2'yi yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 49'da verilmiştir.



Şekil 49. Model MBD2, Model SD2 ve Model DFD2 ile ilgili 11Ö11'in çizim ve açıklaması

Şekil 49'daki çizim ve açıklamada 11Ö11 molekül büyüklüğünü gösterirken hücre şeklinde göstermiştir. Molekül büyüklüğünün artmasının difüzyonu artıracağını (Model MBD2), sıcaklığı optimum değerin üzerinde vererek difüzyonun azaldığını (Model SD2), yoğunluk farkının artmasının difüzyon hızını azaltacağını (Model DFD2) düşünmüştür.

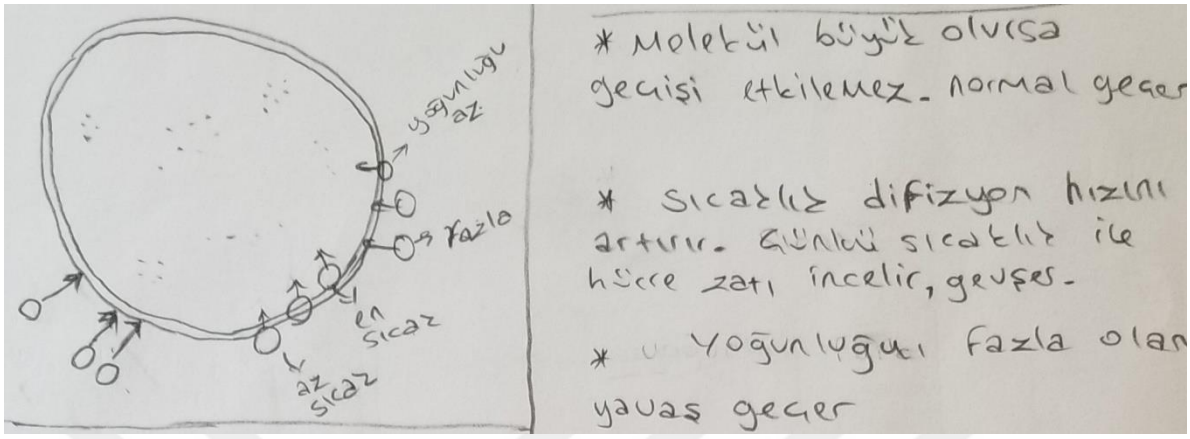
Model MBD2, Model SD1 ve Model DFD3'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 50'de verilmiştir.



Şekil 50. Model MBD2, Model SD1 ve Model DFD3 ile ilgili 10Ö14'ün çizim ve açıklaması

Şekil 50'de verilen çizim ve açıklamasında 10Ö14 molekül büyüklüğü olarak zar büyüklüğünü düşünüp molekül büyüklüğünün difüzyon hızını artıracağını (Model MBD2), sıcaklığın artmasının difüzyon hızını artıracağını (Model SD1), yoğunluğu molekül yoğunluğu olarak düşünüp molekül yoğunluğu fazlaysa difüzyon hızının az olacağını (Model DFD3) belirtmiştir.

Model MBD3, Model SD1 ve Model DFD3'ü yansıtan örnek öğrenci çizim ve açıklaması Şekil 51'de verilmiştir.



Şekil 51. Model MBD3, Model SD1 ve Model DFD3 ile ilgili 10Ö19'un çizim ve açıklaması

Şekil 51'de verilen çizim ve açıklamasında 10Ö19 molekül büyüklüğünün difüzyon hızını etkilemeyeceğini (Model MBD3), sıcaklığın hücre zarını incelttiği için difüzyon hızını artıracağını (Model SD1), yoğunluğu molekül yoğunluğu gibi düşünüp yoğunluğu fazla olanın difüzyon hızının az olacağını belirtmiştir (DFD3).

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğrenci çizim ve açıklamaları doğrultusunda elde edilen bulgulara göre sonuç ve öneriler oluşturulmuştur.

4.1. Sonuçlar

Bu çalışmada lise öğrencilerinin hücre zarından madde geçişleri ile ilgili zihinsel modelleri belirlenmiştir. Oluşturulan alt problemlere göre büyük maddelerin hücre zarından geçişi, bitki hücrelerinde osmoz, hayvan hücrelerinde osmoz, difüzyonu etkileyen faktörler ve sınıf düzeyindeki farklılıklara göre sonuçlar gruplandırılmıştır.

4.1.1. Büyük Maddelerin Hücre Zarından Geçişi İle İlgili Sonuçlar

Öğrenci çizimleri ve açıklamaları incelendiğinde organik ve inorganik bileşiklerin özellikleri iyi bilinmediği için monomer ve polimer kavramlarının karıştırıldığı düşünülmektedir. Bunun sonucunda öğrencilerin hücre zarından geçebilecek maddeleri özelliklerine göre sınıflandıramamasından kaynaklı olarak endositoz ve ekzositoz olaylarında kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

Endositoz ve ekzositoz olayını açıklarken glikoz, aminoasit gibi maddeleri büyük madde olarak düşündükleri görülmüştür. Madde büyüklüğünün bilinmemesinden endositoz için içeriye alınacak madde türü için besin açıklamasını yapan; ekzositoz için dışarıya verilecek madde için atık madde, süt, tükürük, ter, sindirilemeyen maddeler gibi açıklamalar yapan öğrenciler bulunmaktadır.

Büyük maddeler hücre zarından içeri alınırken hücre zarının bir cep oluşturarak koful oluşumuna katılması ve maddenin bir koful oluşturularak içeri alınması olayını açıklarken

kofulun görevinin bilinmediği düşünülmektedir. Kofulun görevi bilinmediği için olay sonucunda hücre yüzey alanındaki değişim düşünülmemiş olabilir. Aynı şekilde büyük maddeler ekzositozla dışarı verilirken koful ve hücre zarı birleşerek hücre yüzey alanını değiştirdiği de düşünülmemiştir.

İçeriye madde alınması sonucu yüzey alanının arttığını düşünen, dışarıya madde verildiği için yüzey alanının azaldığı düşünen öğrenciler bulunmaktadır. Bazı öğrenciler hücre içine madde alırken ya da hücre dışına madde verirken hücrenin anlık olarak yüzey alanının değiştiğini ancak olayın sonucunda yüzey alanının değişmediğini belirtmiştir. Öğrenci çizimleri incelendiğinde, bu açıklamaların yapılmasının sebebinin koful ve hücre zarının görevinin bilinmemesi olabileceği düşünülmektedir.

Alınacak maddeyi hücre gibi düşünüp kendine ait hücre zarının bulunduğunu çizen öğrenciler bulunmaktadır. Bu öğrenciler maddenin hücre içine alındığında hücre zarı ve madde zarının kaynaştığını, madde dışarı verilirken bir miktar hücre zarıyla kaplandığını çizmişlerdir. Bu nedenle yüzey alanı değişimini endositoz ve ekzositoz için ters açıklamışlardır.

Kavramları karıştırıp endositoz olayını endotermik ile birleştirip ısı alarak hücre içine madde girişi, ekzositoz olayı için ekzotermik ile birleştirip ısı vererek madde çıkışı açıklamaları yapılmıştır. Bu da kavramların latince olarak kökenlerinin bilinmemesinden kaynaklanabilir.

Açıklamalarda madde geçiş yönünü belirtmeyen öğrencilerin, çizimle madde geçiş yönünü daha rahat ifade edebildikleri görülmüştür.

4.1.2. Bitki Hücrelerinde Osmoz ile ilgili Sonuçlar

Öğrencilerin çoğunluğu bitki hücresini köşeli olarak çizmiş ancak bazı öğrenciler hayvan hücresi gibi yuvarlak olarak göstermiştir. Sözlü olarak sorulduğunda bitki hücresinin köşeli olduğunu söyleyebilecekken çizim olarak ifade ederken hayvan hücresi gösterimi yapılmıştır. Hatta hücre zarının üzerine yuvarlak hücre duvarı gösterimi yapan öğrenciler bulunmaktadır. Yuvarlak ama hücre duvarı bulunan bitki hücresi çizimi, hayvan hücresi ile ilgili daha önce çizdiği bir şekil üzerine bitki hücresi ile ilgili kavramsal bilgilerin birleştirilmesi sonucu oluştuğu düşünülmektedir.

Yapıları şekil üzerinde doğru olarak gösteren öğrenciler hücrenin su alıp vermesi sonucu yapılardaki değişimleri çizerken hatalar yapmıştır. Bu hataların bitki hücresindeki hücre duvarı, hücre zarı, sitoplazma ve merkezi koful gibi yapıların özelliklerinin ve görevlerinin eksik bilinmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun sonucunda öğrenciler; hücre hipotonik ortamda su alır bu nedenle tüm yapılar hacimsel olarak büyür, hipertonik ortamda su verir tüm yapılar hacimsel olarak küçülür, izotonik ortamda su alış verişi gerçekleşmez gibi yanlış açıklamalarda bulunmuştur. Benzer şekilde Friedler, Amir ve Tamir (1987) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin denge halindeki ortamlarda suyun hareket etmediğini düşündükleri sonucuna varmıştır. Bir başka benzer sonuç Tekkaya vd.(1999) yaptıkları çalışmada bulunmuştur. En çok görülen kavram yanılgılarından biri olarak öğrencilerin ortam yoğunluğu eşitleninceye kadar moleküllerin hareketinin devam ettiğini daha sonra moleküllerin hareketinin durduğunu düşünmesi olarak belirtmişlerdir. Benzer sonuç farklı çalışmalarda (Odom ve Barrow, 1993; Artun ve Coştu, 2011) da belirtilmiştir. Bu yanılgının sebebi Odom ve Kelly (2001) tarafından , –aynı anlama gelen -iso ekinin ezberlenmiş olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Hipotonik, hipertonik ve izotonik ortamların tespit edilememesinin ortam-çözelti özelliklerinin iyi bilinmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu yanlış bilgiler farklı derişimlerdeki ortamlara konulan bitki hücresinin su alıp vermesinin açıklanmasında hatalar oluşturmuş olabilir.

Farklı ortamlardaki bitki hücrelerindeki değişikliklerin isimlendirilmesinde turgor, plazmoliz, deplazmoliz, kavramları karıştırılmıştır. Bu da kavramların iyi anlaşılmamasından kaynaklanabilir.

Difüzyon ve osmozdaki kavramların çoğu, hem kimyada hem de fizikte yer alan, çözeltiler, maddenin moleküler yapısı ve geçirgenlik gibi mevcut kavramlarla yakından ilgilidir (Friedler ve ark. 1987; Odom & Barrow, 1995). Genel olarak değerlendirme yapılacak olursa yanlış öğrenmelerin sebebi bitki hücresinin yapı ve özelliklerinin, ortam-çözelti özelliklerinin ve osmoz olayının iyi bilinmemesi olarak yorumlanabilir.

4.1.3. Hayvan Hücrelerinde Osmoz ile ilgili Sonuçlar

Farklı yoğunluklarda glikojen çözeltisi içeren yapay hayvan hücresinin aynı yoğunlukta bir ortama konulması sonucu su giriş çıkışı yerine glikojen giriş çıkışı belirten öğrenciler bulunmaktadır. Benzer bir yanılgıyı Harman (2014) yaptığı çalışmada tespit etmiştir. Fen

bilgisi öğretmen adaylarının nişasta çözeltisinin bağırsak zarından geçebileceğini ifade ettiklerini belirtmiştir. Bu şekilde açıklama yapan öğrencilerin, osmoz olayının hem canlı hem cansız ortamlarda gerçekleşebileceğini, glikojenin polisakkarit olduğunu ve hücre zarının yapısını bilmiyor olabileceği düşünülmüştür.

Osmotik basıncın yüksek olduğu yerin tespit edilmesi istendiğinde bazı öğrenciler yanlış belirtmiştir. Bunun hipertonik ve hipotonik ortamların tespit edilememesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Hipertonik ortamdan hipotonik ortama su geçişi olduğunu düşünen öğrenciler bulunmaktadır. Bu durumun hipertonik ve hipotonik kavramlarının ezberlenmesinden ya da bilinmemesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bu yanılgı başka çalışmalarda (Odom ve Barrow, 1995; Tarakçı vd., 1999; Odom ve Kelly, 2001; Özmen vd., 2004; Artun ve Coştu, 2011; Kurt ve Ekici, 2013; Harman 2014) da ortaya çıkmıştır Benzer sonuç Odom ve Kelly (2001) tarafından –izo, -hipo ve –hiper kavramlarının ezberlenmesinden kaynaklanabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Kavramların anlamlarına bakıldığında –hiper çok, –hipo az anlamına gelmektedir. Öğrenciler su miktarını düşünerek hipertonik ortamda su miktarı fazla, hipotonik ortamda su miktarı az şeklinde yorumlamış olabilirler.

Hücreye su giriş çıkışı sonucu çözelti yüksekliğinde değişim ya da yoğunluk değişimi belirtmeyen öğrenciler sadece hücrenin değişimini düşünmüş ve neden sonuç ilişkisi kuramamıştır. Hücrenin su alıp vermesinin düşünülmesi sonucu çözeltideki sıvıda değişim düşünülmemiştir. Bu da olayların genel değerlendirilemediği ve bağlantı kurulamadığı şeklinde yorumlanabilir.

4.1.4. Difüzyonu Etkileyen Faktörler ile İlgili Sonuçlar

Molekül büyüklüğünün difüzyon hızını etkilemeyeceği ve molekül büyüklüğünün artmasının difüzyon hızını artıracağı düşüncesi yine moleküllerin özelliklerinin bilinmemesinden kaynaklanmış olabilir. Difüzyon ile ilgili yapılan çizimlerde madde geçişini endositoz ve ekzositoz olaylarına benzer şekilde gösteren öğrenciler bulunmaktadır. Bu sonuçlar canlıların yapısını oluşturan bileşikler konusuyla diğer konular arasında bağlantı kurulamadığı şeklinde yorumlanabilir.

Molekül büyüklüğü arttıkça difüzyon hızı azalır şeklinde doğru ifadede bulunan öğrencilerin açıklama kısmında büyük moleküller zarı tıkar ve diğer moleküllerin geçişine

engel olur gibi yanlış düşüncelere sahip olduğu görülmüştür. Açıklama kısmında doğru ifadede bulunan öğrencilerin çizimlerinde nasıl düşündüğü ortaya çıkmaktadır. Çizimler bu konudaki eksik ya da hatalı bilgileri daha iyi ortaya çıkarmıştır.

Bazı öğrenciler sıcaklığın difüzyon hızına etkisini açıklarken optimum değeri dikkate almadan çok yüksek sıcaklıklarda difüzyon göstermiştir. Bazı öğrenciler ise "sıcaklık porları genişletir, sıcaklık hücreyi büyütür, sıcaklık zardaki proteinlerin yapısını bozar" gibi nedenlerle "difüzyon hızı artar" açıklaması yapmıştır. Bu düşünceler optimum değer, difüzyon kavramlarının iyi bilinmediğini göstermektedir. Öğrenciler "sıcaklığın artması difüzyon hızını azaltır" şeklinde yanılgılı ifadelerde bulunmuşlardır. Literatürde benzer kavram yanılgısını tespit eden çalışmalar (Odom, 1992; Artun ve Coştu, 2011) bulunmaktadır.

Sıcaklığın kinetik enerji, hareket yeteneği üzerine etkisini düşünmeyen öğrencilerin sıcaklığın molekül üzerindeki etkisini yorumlayamadığı görülmüştür. Koo ve Chae (2007) difüzyonun doğru olarak anlaşılabilmesi için çözünürlük, çözelti ve moleküler hareket gibi bilimsel kavramların iyi bir şekilde anlaşılması gerektiğini belirtmektedirler.

Ortamlar arasındaki derişim farkının difüzyon üzerine etkisi yorumlanırken molekül yoğunluğu ile karıştırılmıştır. Derişim ve yoğunluk kavramlarının karıştırıldığı görülmektedir. Benzer şekilde Yıldırım vd. (2004) çalışmalarında derişim farkı ile yoğunluk kavramlarının karıştırıldığını tespit etmişlerdir.

Difüzyonu az yoğun ortamdan çok yoğuna geçerken yavaş, çok yoğundan az yoğuna geçerken hızlı şeklinde yorumlayan öğrenciler bulunmaktadır. Difüzyonun yoğunluk farkı prensibiyle gerçekleştiğinin düşünülmeyip difüzyon kavramıyla aktif taşıma kavramlarının benzer düşünüldüğü söylenebilir. Benzer çalışmalarda (Yıldırım vd., 2004; Artun & Coştu, 2011; Harman, 2014) difüzyonun "az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçiş" şeklinde yanlış tanımlandığı görülmektedir. Öğrencilerin difüzyonda enerji harcanacağı şeklindeki yanılgılı cevaplarından difüzyonun pasif taşıma olarak düşünülmediği anlaşılmaktadır (Harman, 2014).

Öğrencilerin çoğunluğu olayları açıklama kısmında doğru ifade etmiştir. Olayların nasıl gerçekleştiğini çizimle gösterdikleri kısımda kavram yanılgıları ortaya çıkmıştır. Bu durumdan öğrencilerin çoğunluğunun test çözecek düzeyde ifade ve kavram ezberlediği sonucu çıkmaktadır. Öğrencilerin olayların nedenlerini açıklanmakta zorlanmaktadırlar. Benzer sonuç başka bir araştırmada (Tekkaya vd., 1999) da bulunmuştur.

Genel olarak hücre zarının yapısının; fosfolipit tabakası, taşıyıcı proteinler ve kanal proteinlerinin işlevlerinin bilinmemesinin de difüzyon hakkında kavram yanılgılarını oluşturduğu düşünülmektedir.

Yıldırım vd. (2004) tarafından yapılan araştırmada molekül büyüklüğünün difüzyon hızını etkilemediği ve sıcaklığın difüzyonla doğru orantılı olmadığı gibi benzer kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

4.1.5. Sınıf Düzeyindeki Farklılıklara Yönelik Sonuçlar

Canlıların temel bileşenleri, hücre ve organelleri, hücre zarından madde geçişleri konuları 9. sınıf müfredatında yer almaktadır. Bu nedenle öğrenciler konuyu yeni öğrendikleri için daha az hatalı bilgiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak kitap ve defterdeki şekillere benzer şekiller ve açıklamalar bulunmaktadır. Bu da öğrencilerin bilgileri ezberlemiş olabileceklerini göstermektedir.

10. sınıfların müfredatında hücre bölünmeleri ve kalıtımın genel ilkeleri üniteleri ağırlıklı olarak yer almaktadır. Hücre zarından madde geçişleri konusu tüm konularla mutlaka bağlantılıdır ancak bu konularla çok bağlantılı değildir. Bu nedenle konuyu unutmalarından kaynaklı hatalı bilgilerinin fazla olduğu tespit edilmiştir.

11. sınıf müfredatında insan fizyolojisi ünitesi kapsamında solunum, dolaşım, boşaltım, sinir, bağışıklık, sindirim gibi sistemler anlatılmaktadır. Bu konuların anlaşılabilmesi için hücre zarından madde geçişleri, canlıların yapısında bulunan organik bileşikler ve hücre organelleri konularının mutlaka iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle hatalı bilgilerinin 10. sınıflara göre daha az olduğu görülmüştür. Ancak bazı öğrencilerin hücre zarından madde geçişleri konusuyla ilgili soruları açıklarken sistemlerdeki konularla bağlantı kurarak sorulara ezber bilgilerle cevap verdiği görülmüştür. Ayrıca bu öğrencilerin yanlış öğrenmelerini hatalı bilgilerle temellendirerek açıklamaları, ilişkili konularla doğru bağlantı kuramadıklarını göstermektedir. Bu durum bazı öğrencilerin hatalı bilgilerini başka konuları öğrenirken de devam ettirdikleri şeklinde yorumlanabilir.

12. sınıflar üniversite sınavına hazırlandıkları için tüm konulara bütüncül bakabilmektedir. Bu nedenle daha az hatalı bilgi tespit edilmiştir. Ancak yanlış düşüncelerini daha iyi kaynaklandırabildikleri görülmüştür. Bu da kavram yanılgılarının üst sınıflarda daha kalıcı hale geldiğini göstermektedir.

4.2. Öneriler

Araştırmadan elde edilen bulgulardan yola çıkarak öneriler gruplandırılmıştır.

4.2.1. Uygulamaya Yönelik Öneriler

Ders anlatırken ya da değerlendirme yaparken öğrencilere hazır formattaki şekillerin kısımlarını tamamlatmak yerine kendi şekillerini çizmelerine olanak sağlanabilir. Aynı şekilde yanlış öğrenmelerini ve kavram yanılgılarını tespit etmek amacıyla çoktan seçmeli sorular yerine kendilerini ifade edebileceği açık uçlu sorular sorulabilir. Bu sayede öğrencilerin nasıl düşündüğü daha iyi tespit edilebilir.

Öğretmen ders planı hazırlarken kavram yanılgılarının tespit edilmesini sağlayacak sorularla öğrencilerdeki yanlış öğrenmelerin tespit edilmesini sağlayıp sonraki konularda bu yanlış öğrenmelerin kalıcı hale gelmesini önleyebilir.

Öğrenciler test usulü sınavlara göre çalıştıkları için ezberledikleri bilgilere göre soruları cevapladıklarından olayları açıklayamamaktadır. Bu nedenle farklı soru tiplerinde değerlendirme yapılması öğrencilerin yanlış öğrenmelerini açığa çıkartabilir.

Kitaplarda, ders anlatım sırasında görsel materyallerin daha fazla kullanılması olayları ve süreçleri anlatmak açısından faydalı olabilir.

Bu konu içerisinde yer alan çözelti, difüzyon, osmoz, sıcaklık, derişim gibi kavramlar kimya dersinin kazanımlarında da bulunduğu için disiplinlerarası işbirliği içinde anlatılması kavram yanılgılarının azalması noktasında fayda sağlayabilir.

Bu konu ortaöğretim müfredatındaki insan fizyolojisi, canlılarda enerji dönüşümü, bitki biyolojisi gibi ünitelerde yer alan konular için temel oluşturmaktadır. Bu konunun iyi anlaşılması diğer konuların da iyi anlaşılmasını sağlayabilir. Bu nedenle diğer konular anlatılırken bilgiler arasında bağlantılar kurulabilir.

4.2.2. Araştırmacılar için Öneriler

Bu konuların öğretmenler tarafından iyi bir şekilde öğrencilere aktarılabilmesi için geleceğin öğretmen adaylarının zihinsel modelleri ve kavram yanılgıları tespit edilebilir, öğretmen yetiştirme programlarında gerekli önlemler alınabilir.

Konunun anlatıcısı öğretmenler olduğu için farklı okul türlerinde aktif olarak görev yapan öğretmenlerin zihinsel modelleri ve kavram yanılgıları tespit edilip hizmet içi eğitimler verilebilir.

Bu çalışmanın uygulaması tek okul türünde gerçekleştirilmiştir. Bu konu ile ilgili daha sonra yapılacak çalışmalarda farklı okul türlerinde ve farklı başarı seviyelerinde öğrencilere uygulama yapılabilir.

KAYNAKLAR

Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri (t.y.). *Seçici Kodlama*. https://acikders.ankara.edu.tr › mod › resource › view sayfasından 20.08.2019 tarihinde erişilmiştir.

Akyürek, E., & Afacan, Ö. (2013). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin "hücre bölünmesi ve kalıtım" ünitesindeki kavram yanılgılarının tespiti ve anoloji ile kavramsal değişim metinleri kullanılarak giderilmesi. *Journal of Kirsehir Education Faculty, 14*(1).

Arik, I. (2014). Examining 7th grade Turkish eco-school students 'mental models of greenhouse effect. *Unpublished Master's Thesis, Middle East Technical University, Ankara.*

Arslan, A. S., & İyibil, Ü. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 4*(2), 25-46.

Artun, H., & Coştu, B. (2011). Sınıf öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramları ile ilgili yanılgılarının belirlenmesi. *Türk Fen Eğitim Dergisi, 8*(4), 117-127.

Artun, H., & Özsevgeç, T. (2014). 5E öğrenme modeline uygun öğretim materyallerinin öğretmen adaylarının zihinsel modellerine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 3*(2), 259-285.

Aşçı, Z., Özkan, Ş., & Tekkaya, C. (2001). Öğrencilerin solunum konusundaki kavram yanılgıları: Karşılaştırmalı bir çalışma. *Eğitim ve Bilim, 26*(120).

Atasoy, B., Kadayıfçı, H., & Akkuş, H. (2007). Öğrencilerin Çizimlerinden ve Açıklamalarından Yaratıcı Düşüncelerinin Ortaya Konulması (Çizimler ve Açıklamalar Yoluyla Yaratıcı Düşünceler). *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 5*(4), 679-700.

Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*(2).

Ayvacı, H. Ş., Bebek, G., Atik, A., Keleş, C. B., & Özdemir, N. (2016). Öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modellerin modelleme süreci içerisinde incelenmesi: Hücre konusu örneği. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 28,* 175-188.

Barnett, M., Barab, S. A., & Hay, K. E. (2001). The virtual solar system project: Student modeling of the solar system. *The Journal of College Science Teaching, 30*(5), 300-304.

Bora, N. D., Çakıroğlu, J., & Tekkaya, C. (2006). Sinir sistemi konusunun kavram çarkı ile öğretimi. *Eğitim ve Bilim, 31*(141).

Bruning, R. H., Schraw, G. J. & Norby, M. M. (2014). *Bilişsel psikoloji ve öğretim*. (Z. N. Ersözlü ve R. Ülker, Çev.). Ankara: Nobel.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). Biyoloji (Çeviri: E. Gündüz, A. Demirsoy, İ. Türkan). *Palme Yayıncılık,* Ankara.

Christianson, R. G., & Fisher, K. M. (1999). Comparison of student learning about diffusion and osmosis in constructivist and traditional classrooms. *International Journal of Science Education, 21*(6), 687-698.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. Routledge.

Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(5), 464-486.

Çelikler, D., & Harman, G. (2015). Fen bilgisi öğrencilerinin asit ve bazlarla ilgili zihinsel modellerinin analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12*(32), 433-449.

Çepni, S., & Keleş, E. (2006). Turkish students' conceptions about the simple electric circuits. *International Journal of Science and Mathematics Education, 4*(2), 269-291.

Çibik, A., Diken, E. H., & Darçin, E. S. (2008). The effect of group works and demonstrative experiments based on conceptual change approach: Photosynthesis and respiration.*Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching, 9*(2), 1-22.

Demir, A., & Sezek, F. (2009). İlköğretim sekizinci sınıf fen ve teknoloji dersi genetik ünitesindeki kavram yanılgılarının giderilmesinde grafik materyallerin etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22*(2), 573-587.

Dinçer, T. (2018). Fizik öğretmen adaylarının elektrik alan ve manyetik alan ile ilgili zihinsel modelleri.

Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). Some features of children's ideas and their implications for teaching. *Children's ideas in science*, 193-201.

Durmuş S. ve Kocakülah S. M. (2006). Fen ve matematik öğretiminde modelleme. *Fen ve Teknoloji Öğretimi Dergisi, 4*(2), 1-17.

Ecevit, T., & Şimşek, P. Ö. (2017). Öğretmenlerin fen kavram öğretimleri, kavram yanılgılarını saptama ve giderme çalışmalarının değerlendirilmesi. *İlköğretim Online, 16*(1).

Eichorn, S. E., & Evert, R. F. (2016). Raven bitki biyolojisi. *Çeviri Editörü: İsmail Türkan, Ankara, Palme Yayıncılık.*

Friedler, Y., Amir, R., & Tamir, P. (1987). High school students' difficulties in understanding osmosis. *International Journal of Science Education, 9*(5), 541-551.

Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Rutherford, M. (2000). Explanations with models in science education. *In Developing models in science education* (pp. 193-208). Springer, Dordrecht.

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.

Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education, 22*(1), 1-11.

Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science teaching, 28*(9), 799-822.

Güneş, H. M., & Demir, S. (2013). Endokrin sistem konusunun altı şapkalı düşünme tekniğiyle anlatılmasının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, Haziran, 10*(2), 101-115.

Hanke, U. (2008). Realizing model-based instruction. In Understanding models for learning and instruction (pp. 175-186). US: Springer.

Harman, G. (2014). Hücre zarından madde geçişi ile ilgili kavram yanılgılarının tahmin-gözlem-açıklama yöntemiyle belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 11*(4), 81-106.

Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?. Research in Science Education, 31, 401-435.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education, 80*(5), 509-534.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models, *International Journal of Science Education, 22*(9), 1011- 1026.

Haslam, F., & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education, 21*(3), 203-211.

Hestenes, D. (2006). Notes for a modeling theory of science, cognition and instruction. Proceedings of the GIREP conference: Modelling in Physics and Physcis Education.

Karagöz, Ö., & Sağlam Arslan, A. (2012). İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 9*(1), 132-142.

Kılıç, D., & Sağlam, N. (2004). Biyoloji eğitiminde kavram haritalarının öğrenme başarısına ve kalıcılığa etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27*(27), 155-164.

Koo, S. A., & Chae, H. K. (2007). Text Analysis of Expression of Diffusion Phenomena in The Korean Middle School and Teachers' Conceptual Understanding. In *2nd NICE Symposium*, July (pp. 30-31).

Kurt, H., & Ekici, G. (2013). Biyoloji öğretmen adaylarının bağımsız kelime ilişkilendirme testi ve çizme-yazma tekniğiyle "osmoz" kavramı konusundaki bilişsel yapılarının belirlenmesi. *Turkish Studies-International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, 8*(12), 809-829.

Kurt, H., Ekici, G., & Aksu, Ö. (2013). Tuz: Biyoloji öğretmen adaylarının zihinsel modelleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 2*(4), 244-255.

Miles, M. B., Huberman, A. M., Huberman, M. A., & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook. sage.*

Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı.* http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=361 sayfasından erişilmiştir.

Moseley, C., Desjan-Perrotta ve Utley, J. (2010). The draw-an-environment test rubric (DAET-R): Exploring pre-service teachers‟ menatl models of the environment. *Environmental Education Research, 16*(2), 189-208.

Murray, T., Schultz, K., Brown, D., & Clement, J. (1990). An analogy-based computer tutor for remediating physics misconceptions. *Interactive Learning Environments, 1*(2), 79-101.

Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö., & Benlikaya, R. (2002). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *2*(2), 88-98.

Norman, D. (1983) Some observations on mental models. In D. Gentner and A. Stevens (eds) Mental models (Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, N.J.) 6-14.

Odom AL (1992) The development and validation of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis, Doctoral thesis, Missouri-Columbia Üniversitesi, Kolombiya

Odom AL, Barrow LH (1993) Freshman biology majors' misconceptions about diffusion and osmosis. In: Paper presented at the annual meeting of the national association for research in science teaching, 9, Atlanta

Odom, A. L., & Barrow, L. H. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of research in Science Teaching, 32*(1), 45-61.

Odom, A. L., & Kelly, P. V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students. *Science Education, 85*(6), 615-635.

Örnek, F. (2008). Models in science education: applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental & Science Education, 3*(2), 35-45.

Özatlı, N. S., & Bahar, M. (2010). Öğrencilerin boşaltım sistemi konusundaki bilişsel yapılarının yeni teknikler ile ortaya konması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10*(2).

Özmen, H., Şahin, N. F., & Şahin, B. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının difüzyon ve osmoz kavramlarını anlama seviyelerinin belirlenmesi. *DEÜ., Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*, 81-90.

Park, E. J. (2006). Student perception and conceptual development as represented by student mental models of atomic structure. Published doctoral thesis. The Ohio State University.

Pelaez, N. J., Boyd, D. D., Rojas, J. B., & Hoover, M. A. (2005). Prevalence of blood circulation misconceptions among prospective elementary teachers. *Advances in Physiology Education, 29*(3), 172-181.

Pesen, C. (2007). Öğrencilerin kesirlerle ilgili kavram yanılgıları. *Eğitim ve Bilim, 32*(143), 79-88.

Shen, J., Liu, O. L., & Sung, S. (2014). Designing interdisciplinary assessments in sciences for college students: An example on osmosis. *International Journal of Science Education, 36*(11), 1773-1793.

Sinan, O. (2009). Öğretmen adaylarının kimya ve biyoloji derslerinde kullanılan bazı ortak kavramları tanımlamalarındaki farklılıklar-II. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 4*(1), 85-107.

Sözcü, U. (2015). 7.sınıf öğrencilerinin bilimsellik değerine ilişkin zihinsel modelleri. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye.

Tarakçı, M., Hatipoğlu, S., Tekkaya, C., & Özden, M. Y. (1999). A cross-age study of high school students' understanding of diffusion and osmosis. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*(15), 84-93.

Tekkaya, C. (2003). Remediating high school students' misconceptions concerning diffusion and osmosis through concept mapping and conceptual change text. *Research in Science & Technological Education, 21*(1), 5-16.

Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(18), 140-147.

Tekkaya, C., Şen, B., & Özden, M. Y. (1999). Üniversite öğrencilerinin osmoz ve difüzyon konularındaki kavram yanılgıları. *Eğitim ve Bilim, 23*(113), 28-34.

Tezci, E. ve Uysal, A. (2004). Egitim teknolojisinin gelisimine epistemolojik yaklasimlarin etkisi. The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3(2), 22.

Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education, 10*(2), 159-169.

Ültay, E., Dönmez Usta, N., & Durmuş, T. (2017). Eğitim alanında yapılan zihinsel model çalışmalarının betimsel içerik analizi. *Yaşadıkça Eğitim, 31*(1), 21-40.

Viennot, L., & Décamp, N. (2016). Conceptual and critical development in student teachers: first steps towards an integrated comprehension of osmosis. *International Journal of Science Education, 38*(14), 2197-2219.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction, 4*(1), 45-69.

Waheed, T., & Lucas, A. M. (1992). Understanding interrelated topics: photosynthesis at age photosynthesis at age14+. *Journal of Biological Education, 26*(3), 193-199.

Yaseen, Z., & Akaygun, S. (2016). Lise öğrencilerinin atom ile ilgili zihinsel modellerinin ders kitaplarındaki görseller ile karşılaştırılması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1*(40).

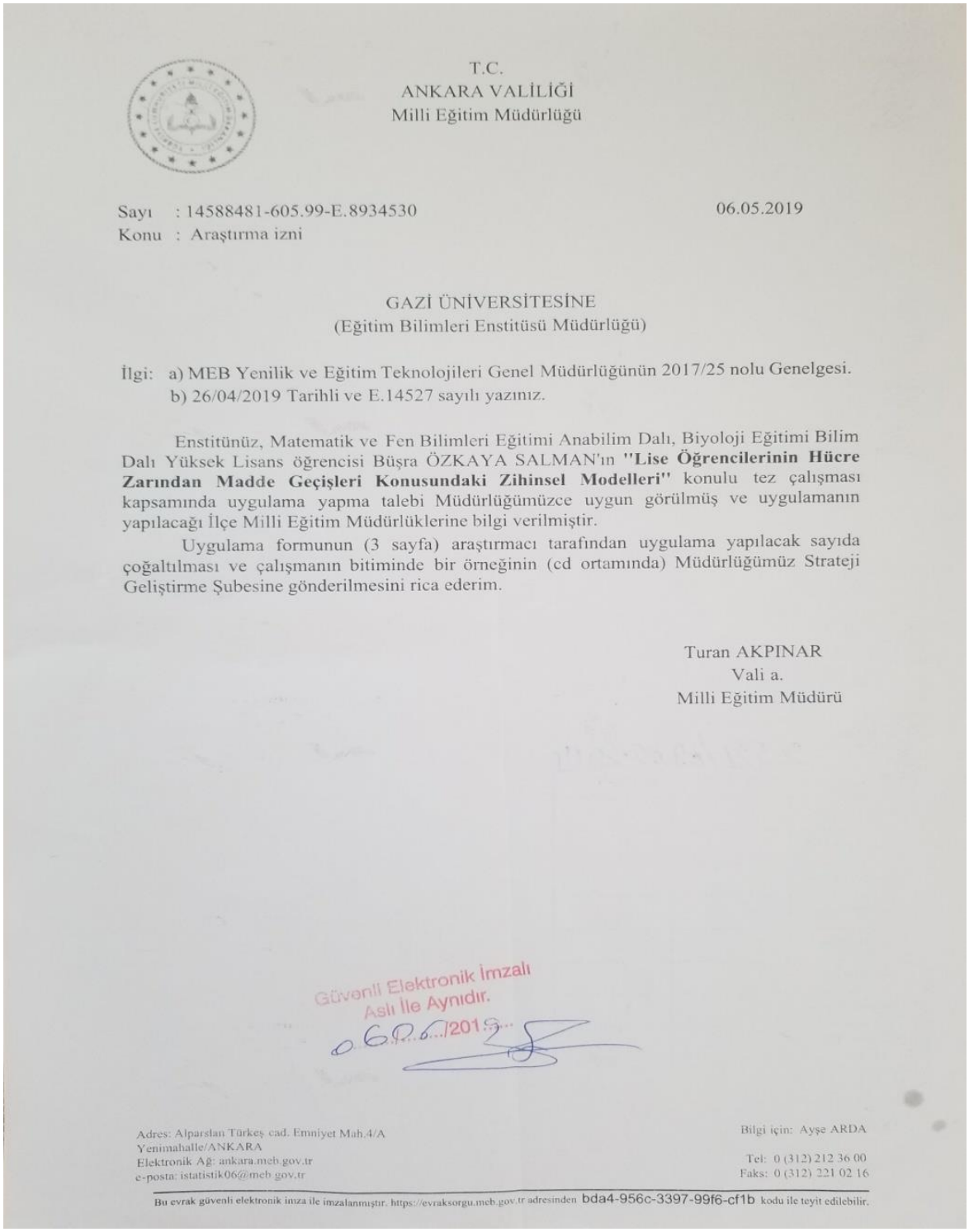
Yeşilyurt, S., & Gül, Ş. (2012). Ortaöğretim öğrencilerinin taşıma ve dolaşım sistemleri ünitesi ile ilgili kavram yanılgıları. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi, 5*(1), 17-48.

Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim, 23*(112), 1-5.

Yıldırım, O., Nakiboğlu, C., & Sinan, O. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının difüzyon ile ilgili kavram yanılgıları. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6*(1), 79-99.

EKLER

EK-1. Araştırma İzni



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481-605.99-E.8934530 06.05.2019
Konu : Araştırma izni

GAZİ ÜNİVERSİTESİNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2017/25 nolu Genelgesi.
b) 26/04/2019 Tarihli ve E.14527 sayılı yazınız.

Enstitünüz, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Büşra ÖZKAYA SALMAN'ın **"Lise Öğrencilerinin Hücre Zarından Madde Geçişleri Konusundaki Zihinsel Modelleri"** konulu tez çalışması kapsamında uygulama yapma talebi Müdürlüğümüzce uygun görülmüş ve uygulamanın yapılacağı İlçe Milli Eğitim Müdürlüklerine bilgi verilmiştir.

Uygulama formunun (3 sayfa) araştırmacı tarafından uygulama yapılacak sayıda çoğaltılması ve çalışmanın bitiminde bir örneğinin (cd ortamında) Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme Şubesine gönderilmesini rica ederim.

Turan AKPINAR
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü

Güvenli Elektronik İmzalı
Aslı İle Aynıdır.
06/06/2019

Adres: Alparslan Türkeş cad. Emniyet Mah.4/A
Yenimahalle/ANKARA
Elektronik Ağ: ankara.meb.gov.tr
e-posta: istatistik06@meb.gov.tr

Bilgi için: Ayşe ARDA
Tel: 0 (312) 212 36 00
Faks: 0 (312) 221 02 16

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden bda4-956c-3397-99f6-cf1b kodu ile teyit edilebilir.

EK-2. Hücre Zarından Madde Geçişleri İle İlgili Soru Formu

HÜCRE ZARINDAN MADDE GEÇİŞLERİ KONUSU SORU FORMU

Sevgili Öğrenciler,

Bu çalışmanın amacı hücre zarından madde geçişleri konusu ile ilgili zihinsel model belirlemektir. Testin tamamlanması yaklaşık 40 dakikanızı alacaktır. Sonuçlar sadece araştırma amacı ile kullanılacaktır. Aşağıdaki soruları dikkatle okuyarak her bir soru için cevaplarınızı ayrıntılı bir şekilde belirtiniz. Görüşleriniz bizler için çok önemlidir. Katkılarınız ve yardımlarınız için teşekkür ederim.

Büşra ÖZKAYA SALMAN

Gazi Ün. Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Mat. ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı

Soru 1.

Bir hayvan hücresinde endositoz ve ekzositoz olaylarında hücrenin yüzey alanında nasıl bir değişim gerçekleşir?

a) Endositoz olayındaki hücre zarı yüzey alanı değişimini şekil çizerek gösteriniz. (olay sırasında hücre zarından geçecek madde türleri de çizimde gösterilecektir.)

b) Ekzositoz olayındaki hücre zarı yüzey alanı değişimini şekil çizerek gösteriniz. (olay sırasında hücre zarından geçecek madde türleri de çizimde gösterilecektir.)

c) Endositoz olayındaki hücre zarı yüzey alanı değişimini anlatarak açıklayınız. (olay sırasında hücre zarından geçecek madde türlerinden de bahsedilecektir.)

d) Ekzositoz olaylarındaki hücre zarı yüzey alanı değişimini anlatarak açıklayınız. (olay sırasında hücre zarından geçecek madde türlerinden de bahsedilecektir.)

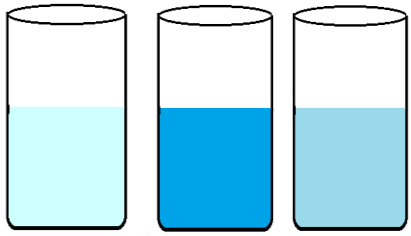
Soru 2.

Hücre içi glikoz derişimi %7 olan üç özdeş bitki hücresi sırasıyla;
-saf su,
-%49'luk glikoz çözeltisi,
-%7'lik glikoz çözeltisi ortamlarına bırakılıyor.
Bu üç hücrenin konuldukları ortamların özelliklerini düşündüğünde, hücrelere su giriş-çıkışlarını belirterek hücrelerin son durumları ile ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) -Hücre duvarı biçimsel değişikliğini
-hücre zarı biçimsel değişikliğini
-merkezi koful hacimsel değişimini,
-sitoplazma hacimsel değişimini aynı şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

b) -Hücre duvarı biçimsel değişikliğini
-hücre zarı biçimsel değişikliğini
-merkezi koful hacimsel değişimini,
-sitoplazma hacimsel değişimini anlatarak açıklayınız.

c) Hücrelerin son hallerinde, ilk hallerine göre değişim olmuş ise bu değişimleri ne şekilde adlandırabiliriz? Açıklayınız.



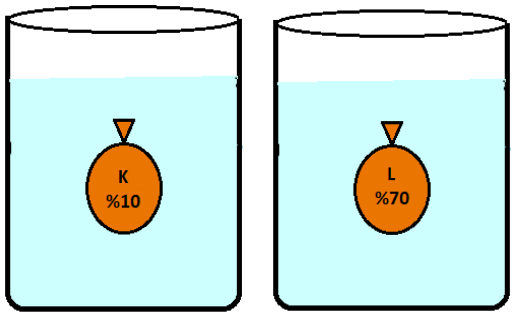
Soru 3.

Bir deneyde sırasıyla yapılan işlemler şunlardır;
-İki bağırsak zarı alınarak alt kısımları bağlanıyor,
-Bunlardan birincisinin içine %10'luk glikojen çözeltisi, diğerine ise %70'lik glikojen çözeltisi konularak ağızları bağlanıyor.
-Bu bağırsak torbaları içlerine %30'luk glikojen çözeltisi bulunan iki ayrı kaba konuluyor.
-Zamanla meydana gelen değişimler kaydediliyor.

a) Her kap için hipotonik ve hipertonik olan ortamları yazınız.

b) Her kap için osmotik basıncın yüksek olduğu bölgeyi belirtiniz.

c) Zamanla bu kaplarda meydana gelecek değişimleri çiziniz.



Soru 4.

a) Molekül büyüklüğünün difüzyon hızını nasıl etkilediğini hücre zarı üzerinde şekil çizerek gösteriniz.

b) Molekül büyüklüğünün difüzyon hızını nasıl etkilediğini anlatınız.

c) Sıcaklığın difüzyon hızını nasıl etkilediğini hücre zarı üzerinde şekil çizerek gösteriniz.

d) Sıcaklığın difüzyon hızını nasıl etkilediğini anlatınız.

e) Moleküllerin derişim farkının difüzyon hızını nasıl etkilediğini hücre zarı üzerinde şekil çizerek gösteriniz.

f) Moleküllerin derişim farkının difüzyon hızını nasıl etkilediğini anlatınız.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı	Özkaya Salman, Büşra
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi ve yeri	19.03.1988 Keçiören
Medeni hali	Evli
Telefon	0 505 285 59 82
Faks	-
E-posta	bsrozkaya@gmail.com

Eğitim Derecesi	**Okul/Program**	**Mezuniyet Yılı**
Lise	Etimesgut Anadolu Lisesi	2006
Üniversite	Gazi Üniversitesi /Eğitim Fakültesi /Biyoloji Öğretmenliği	2012

İş Deneyimi, Yıl	**Çalıştığı Yer**	**Görev**
2014-2017	Mardin/Derik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Öğretmen
2017-halen çalışıyor	Ankara/Meliha Hasanali Bostan Çubuk Fen Lisesi	Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce (Orta Seviye)



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...