



Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Kimya Eğitimi Bilim Dalı

**KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÇÖZÜNÜRLÜK
KONUSUNDAKİ KİMYASAL GÖSTERİM SEVİYELERİNİN VE
ANLAMA DÜZEYLERİNİN ÇİZİMLERLE BELİRLENMESİ**

Cemal GÖKÇE

Yüksek Lisans Tezi

Van, 2018

KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÇÖZÜNÜRLÜK KONUSUNDAKİ
KİMYASAL GÖSTERİM SEVİYELERİNİN VE ANLAMA DÜZEYLERİNİN
ÇİZİMLERLE BELİRLENMESİ

Cemal GÖKÇE

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül TARKIN ÇELİKKIRAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Kimya Eğitimi Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Van, 2018

KABUL VE ONAY

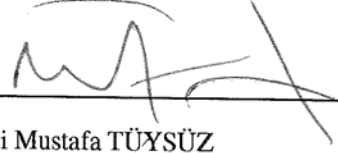
Cemal GÖKÇE tarafından hazırlanan “Kimya Öğretmen Adaylarının Çözünürlük Konusundaki Kimyasal Gösterim Seviyelerinin ve Anlama Düzeylerinin Çizimlerle Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma, 28.08.2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Doç.Dr. Sevgi AYDIN GÜNBATAR (Başkan)



Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül TARKIN ÇELİKKIRAN (Danışman)



Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TÜYSÜZ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç.Dr. Fuat TANHAN

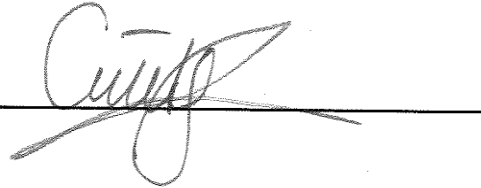
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim/Raporum sadece Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi yerleşkesinden erişime açılabilir.
- Tezimin/Raporumun yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

28.08.2018



Cemal GÖKÇE

TEŞEKKÜR

Tez çalışması boyunca akademik bilgilerini benimle paylaşan ve yardımları ile çalışmaya değer katan, lisans ve yüksek lisans öğrenimim süresince beni destekleyen danışmanım sayın; Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül TARKIN ÇELİKKIRAN'a teşekkür ederim.

Çalışma süresince akademik desteklerini esirgemeyen sayın hocam; Doç. Dr. Sevgi AYDIN GÜNBATAR'a teşekkür ederim.

Çalışmaya katkılarından dolayı Doç. Dr. Hasan GENÇ ve Dr. Öğr. Üyesi Adnan YILDIZ' a teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitim süresi boyunca manevi destekleri ile yanımda olan değerli arkadaşım Vildan TABAR'a teşekkür ederim.

Çalışma boyunca beni destekleyen Bir Lisan Dil kursu (VAN SACES) ekibine teşekkür ederim.

ÖZET

GÖKÇE, Cemal. *Kimya Öğretmen Adaylarının Çözünürlük Konusundaki Kimyasal Gösterim Seviyelerinin ve Anlama Düzeylerinin Çizimlerle Belirlenmesi*, Yüksek Lisans, Van, 2018.

Kimya doğası gereği bünyesinde soyut kavramlar barındırdığından dolayı, öğrenilmesi ve öğretilmesi zor olan bilim dallarından biridir. Bu araştırmanın temel amacı kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki kimyasal gösterim seviyelerini ve çözünürlük konusundaki anlama düzeylerini tanecik boyutunda çizimler ile belirlemektir. Araştırmada örneklem grubu olarak Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi'nin Kimya Öğretmenliği programının 3. ve 4. sınıfında öğrenim gören toplam 36 kimya öğretmen adayı seçilmiştir. Bu çalışmada, kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna dair anlama düzeylerini derinlemesine incelemek için nitel araştırma yöntemine ait durum çalışması araştırmanın deseni olarak belirlenmiştir. Araştırmada veriler çözünürlük ve çözünürlüğü etkileyen faktörler ile ilgili boşluk doldurma (24 madde), grafik çizme ve yorumlama (3 madde), açık uçlu sorular (4 madde) ve tanecik boyutunda çizim ile açıklama gerektiren sorular (8 madde) içeren bir test yardımıyla toplanmıştır. Testten elde edilen veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilerek, öğretmen adaylarının cevapları ve tanecik boyutundaki çizimleri doğru, kısmen doğru ve yanlış cevap/çizim olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, elde edilen veriler kimyanın temel gösterim seviyeleri olan makroskobik, submikroskobik ve sembolik seviyeye göre gruplandırılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular öğretmen adaylarının her üç gösterim seviyesine dair anlama düzeylerinde eksiklikler olduğunu göstermiştir. Özellikle, submikroskobik düzeyde anlama seviyelerinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusunda makroskobik düzey ile ilgili doymamış ve doymuş çözeltileri kavramlarını anladıkları, fakat aşırı doymuş çözeltileri dibinde katısı olan çözeltiler olarak düşündükleri ortaya çıkmıştır. Sembolik seviyede ise kimya öğretmen adaylarının grafik okumada başarılı iken grafik çizmede ve özellikle birim aralıklarını belirlemede zorlandıkları belirlenmiştir. Submikroskobik seviyeye ait bulgular, çok az öğretmen adayının doymamış, doymuş ve aşırı doymuş çözeltilere dair tanecik boyutunda doğru bir çizim

yaptıklarını göstermiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının çözünürlük ve çözünürlüğü etkileyen faktörlere dair submikroskopik seviyede molekül, iyon veya tanecikleri göstermekte zorlandıkları tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler

Kimya Eğitimi, Makroskopik, Sembolik, Submikroskopik, Çözünürlük, Çizim



ABSTRACT

GÖKÇE, Cemal. *Determination of Preservice Chemistry Teachers' Chemical Representation Levels and Understanding Levels of Solubility by Drawings*, Master Thesis, Van, 2018.

Chemistry is one of the disciplines of science that are difficult to learn and teach because it has abstract nature. The purpose of this study is to determine the level of teacher candidates' comprehension of chemical representations of solubility and the subject of solubility by particulate drawings. In the study, 36 chemistry teacher candidates who were studying in 3rd and 4th grade of Chemistry Teacher Education Program at Van Yüzüncü Yıl University and Gazi University were selected as sample group. In addition, the case study, a qualitative research method, was determined as the research design in order to examine thoroughly the level of chemistry teacher candidates' comprehension of solubility. In the study, the data were collected by using a test that included questions about the solubility and the factors affecting it, such as filling in the blanks (24 items), drawing and interpreting graphs (3 items), open-ended questions (4 items), and particulate drawings with explanation (8 items). By analyzing the data obtained from the test by content analysis method, answers of teacher candidates and their particulate drawings were evaluated as correct, partially correct and incorrect answer / drawing. In addition, the data obtained were grouped according to the macroscopic, submicroscopic, and symbolic level, which are the basic representation levels of the chemistry. Findings have shown that teacher candidates were insufficient in the level of understanding of all three levels of representation. Notably in the submicroscopic level, the level of their understanding was determined to be low. It has been seen that chemistry teacher candidates understand the unsaturated and saturated solution concepts related to the macroscopic level of solution, but it turns out that these teachers have mistaken supersaturated solutions for the solutions which contains solid on the bottom. In the symbolic level, it was determined that the candidates of chemistry teachers were not successful in drawing a graph, especially determining unit intervals, while they were successful in reading graphs. Findings from submicroscopic level indicate that that very few teacher candidates make correct particulate drawings for unsaturated, saturated, and supersaturated solutions. It has also been found that teacher

candidates have difficulty in demonstrating molecules, ions, or particles at the submicroscopic level of solubility and the influencing factors.

Key Words

Chemistry Education, Macroscopic, Symbolic, Submicroscopic, Solubility, Drawing.



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar VE DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
1. BÖLÜM: GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	10
1.2. Araştırmanın Temel Problemi	10
1.3. Araştırmanın Alt Problemleri.....	10
2. BÖLÜM: ALANYAZIN TARAMASI	11
2.1. Kimyanın Temel Gösterim Seviyeleri.....	11
2.2. Makroskobik seviye.....	12
2.3. Submikroskobik seviye	12
2.4. Sembolik seviye.....	13
2.5. Kimya Konuları ve Kimyasal Gösterimler ile ilgili Yapılan Çalışmalar ..	14
2.6. Çözelti ve Çözünürlük Konuları Üzerine Kimyasal Gösterimler ile İlgili Öğrencilerle Yapılan Çalışmalar	16
2.7. Çözelti ve Çözünürlük Konuları Üzerine Kimyasal Gösterimler ile İlgili Öğretmen Adaylarıyla Yapılan Çalışmalar	23
3. BÖLÜM: YÖNTEM.....	30
3.1. Çalışmanın türü	30
3.2. Çalışma Grubu	30
3.3. Veri Toplama Araçları.....	31
3.4. Verilerin Analizi	33
3.5. Çalışmanın Sınırlılıkları	34
4. BÖLÜM: BULGULAR	35
4.1. Kimya Öğretmen Adaylarının Çözünürlük Konusuna İlişkin Makroskobik Boyutta Anlama Düzeyleri	35
4.2. Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin sembolik boyutta anlama düzeyleri	44

4.3. Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin submikroskopik boyutta anlama düzeyleri.....	53
5. BÖLÜM: TARTIŞMA VE SONUÇ	100
5.1. Makroskobik seviye ve anlama düzeyi	100
5.2. Sembolik seviye ve anlama düzeyi	103
5.3. Submikroskopik seviye ve anlama düzeyi.....	104
6. BÖLÜM: ÖNERİLER.....	109
KAYNAKÇA	111
EKLER.....	123
Ek-1: Çözünürlük ve Kimyasal Gösterim Testi	123
ÖZ GEÇMİŞ.....	135



TABLOLAR VE DİZİNİ

Tablo 1. Katılımcılara dair bilgiler	30
Tablo 2. Kimyasal gösterim seviyelerine dair soruların dağılımı	31
Tablo 3. Kesteki 1. soruya ait bulgular – tuz-su çözeltisi	35
Tablo 4. Testteki 1. soruya ait bulgular – şeker-su çözeltisi	37
Tablo 5. Testteki 3.soruya ait bulgular	38
Tablo 6. Testin 1. bölümündeki sorulara ait bulgular- doymamış nacl-su çözeltisine ait bulgular	40
Tablo 7. Testin 1. bölümündeki sorulara ait bulgular - doymuş nacl-su çözeltisine ait bulgular	41
Tablo 8. Testteki 4. soruya ait bulgular	43
Tablo 9. Testteki 9. soruya ait bulgular	44
Tablo 10. Kısmen doğru grafik çizimi yapanlara ait bulgular	45
Tablo 11. Testteki 14. soruya ait bulgular	49
Tablo 12. Testteki 15.soruya ait bulgular	52
Tablo 13. Testteki 5.soruya ait bulgular -doymuş tuz-su çözeltisi	53
Tablo 14. Testteki 5.soruya ait bulgular - doymuş şeker-su çözeltisi	58
Tablo 15. Testteki 8.soruya ait bulgular -doymamış naci-su çözeltisine dair çizimler	61
Tablo 16. Testteki 8.soruya ait bulgular - doymuş naci-su çözeltisine dair çizimler	64
Tablo 17. Testteki 8.soruya ait bulgular -aşırı doymuş naci-su çözeltisine dair çizimler	68
Tablo 18. Testteki 6.soruya ait bulgular -sıcaklığın gazların çözünürlüğüne etkisi	72
Tablo 19. Testteki 7. soruya ait bulgular -gazların çözünürlüğüne basıncın etkisi	75
Tablo 20. Testteki 10.soruya ait bulgular	78
Tablo 21. Testteki 11.soruya ait bulgular	81
Tablo 22. Testteki 12.soruya ait bulgular	88
Tablo 23. Testteki 13.soruya ait bulgular	92

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kimyasal gösterim seviyeleri	11
Şekil 2. Ö26 kodlu katılımcıya ait grafik çizimi	45
Şekil 3. Ö2 kodlu katılımcıya ait grafik çizimi	46
Şekil 4. Ö29 kodlu katılımcıya ait grafik çizimi	46
Şekil 5. Ö9 kodlu kaatılımcıya ait grafik çizimi	47
Şekil 6. Ö29 kodlu katılımcıya ait grafik çizimi	47
Şekil 7. Ö7 kodlu katılımcının sorulara verdiği cevaplar	50
Şekil 8. Ö4 kodlu katılımcının a ve d şıklarındaki soruya verdiği cevaplar aşağıda verilmiştir	50
Şekil 9. Ö10 kodlu katılımcının c şikkına verdiği cevaplar	51
Şekil 10. Ö24 kodlu katılımcının c şikkındaki soruda işlem hatası	51
Şekil 11. Ö15 kodlu katılımcının verdiği cevaplar	52
Şekil 12. Ö2 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	54
Şekil 13. Ö30 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	54
Şekil 14. Ö23 kodlu katılımcının tanecik boyutu dair çizim ve açıklama	54
Şekil 15. Ö17 kodlu katılımcının tanecik boyutunda çizim ve açıklama	55
Şekil 16. Ö14 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	55
Şekil 17. Ö19 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	56
Şekil 18. Ö1 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	56
Şekil 19. Ö6 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	56
Şekil 20. Ö9 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	57
Şekil 21. Ö4 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	57
Şekil 22. Ö34 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	59
Şekil 23. Ö23 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	59
Şekil 24. Ö11 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	60
Şekil 25. Ö6 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	60
Şekil 26. Ö35 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	62
Şekil 27. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	62
Şekil 28. Ö17 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	63
Şekil 29. Ö14 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	63
Şekil 30. Ö15 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	63

Şekil 31. Ö18 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	64
Şekil 32. Ö24 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	64
Şekil 33. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	65
Şekil 34. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	66
Şekil 35. Ö17 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	66
Şekil 36. Ö14 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	67
Şekil 37. Ö9 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	67
Şekil 38. Ö18 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	68
Şekil 39. Ö35 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	69
Şekil 40. Ö23 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	70
Şekil 41. Ö31 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	70
Şekil 42. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	71
Şekil 43. Ö12 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama	71
Şekil 44. Ö22 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisi tanecik boyutunda çizim ve açıklama	73
Şekil 45. Ö12 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama	73
Şekil 46. Ö16 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama	74
Şekil 47. Ö10 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama	74
Şekil 48. Ö30 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne basıncın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama	76
Şekil 49. Ö5 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne basıncın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama	76
Şekil 50. Ö5 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne basıncın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama	77
Şekil 51. Ö11 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne basıncın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama	77
Şekil 52. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	79
Şekil 53. Ö18 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	79
Şekil 54. Ö12 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	80

Şekil 55. Ö7 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizimi	80
Şekil 56. Ö3 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizimi	81
Şekil 57. Ö34 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	82
Şekil 58. Öö20 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	83
Şekil 59. Ö23 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	83
Şekil 60. Ö13 kodlu katılımcıya ait tanecik tanecik boyutunda çizim	84
Şekil 61. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik tanecik boyutunda çizim	84
Şekil 62. Ö36 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	84
Şekil 63. Ö27 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	85
Şekil 64. Ö2 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	85
Şekil 65. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	86
Şekil 66. Ö1 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	86
Şekil 67. Ö25 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	87
Şekil 68. Ö10 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	87
Şekil 69. Ö36 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	88
Şekil 70. Ö6 kodlu katılımcıya ait tanecik tanecik boyutunda çizim	88
Şekil 71. Ö30 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	89
Şekil 72. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	90
Şekil 73. Ö18 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	90
Şekil 74. Ö24 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	91
Şekil 75. Ö6 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	91
Şekil 76. Ö5 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	92
Şekil 77. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	93
Şekil 78. Ö23 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	94
Şekil 79. Ö30 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	94
Şekil 80. Ö23 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	94
Şekil 81. Ö17 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	95
Şekil 82. Ö30 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	96
Şekil 83. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	97
Şekil 84. Ö33 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	97
Şekil 85. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	98
Şekil 86. Ö18 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	98

Şekil 87. Ö17 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	98
Şekil 88. Ö8 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	99
Şekil 89. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim	99



1. BÖLÜM

GİRİŞ

Bilim ve teknoloji modern toplumlarda büyük bir öneme sahiptir. Bir toplumun kalkınmasında ve uluslararası alanlarda söz sahibi olması bilim ve teknolojiadaki gelişmeler ile mümkündür. Bilimsel bilgilerin sürekli artması ve teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesinden dolayı eğitim her alanda belirgin bir yer edinmiştir (Balım ve Ormancı, 2012; Coştu, Ayas, Açıkar ve Çalık, 2007; Özyalçın-Oskay, 2007). Bilimsel bilgilerin elde edilmesinde ve teknolojik gelişmelerin ilerlemesinde özellikle fen bilimlerinin yeri ve önemi bilinmektedir (Çalık, Ayas ve Ünal, 2006; Demirbaş, Tanrıverdi, Altınışik ve Şahintürk, 2011). Bu nedenle, eğitim alanında fen bilimleri öğretiminin önemi her geçen gün artmaktadır (Anılan, 2017; Ayas ve Özmen, 2002; Harlen, 2006; Hodgson ve Pyle, 2010). Fen bilimleri ile dünya hakkında gerçekleşen olayların dışında deneysel ölçütler, mantıksal düşünceler sorgulamayı gerektiren bilimsel bir disiplin olarak tanımlanmaktadır (Çepni ve Çil, 2009). Fen bilimleri içinde kimyanın ayrı bir yeri ve önemi vardır. Kimya çevremizde gördüğümüz birçok olayın anlaşılmasında sağlık, gıda, ulaşım gibi hayatın tüm aşamalarındaki gelişmelerde doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılmaktadır (Anılan, 2017; DeBoer, 2000). Kimya, maddeyi ve maddedeki değişimleri inceleyen bir bilim dalıdır. Kimya biliminde atom, element, bileşik ve madde gibi pek çok temel kavram vardır. Kimyasal kavramlar ifade edilirken sembol ve formüllerden yararlanır. Kimya bilimi ve bilgisi, insanlığın dünyayı anlama gayretlerinin temelinde yer almaktadır. Kimyanın anlaşılması bireylerin bilim okuryazarlığına pozitif yönde etki sağlamaktadır (Anılan, 2017; DeBoer, 2000).

Kimya maddedeki fiziksel (görünür) özellikleri incelemenin yanı sıra görünmez submikro dünyayı da açıklamaya çalışır (Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011). Maddeyi oluşturan taneciklerin özelliklerini, davranışlarını doğrudan gözlemlemenin güç olmasından dolayı kimya zor ve karmaşık olarak düşünülmektedir. Kimya sembol ya da formüllerden oluşan bir dil içerdiği için soyut bir bilim alanıdır. Bu nedenle, kimya öğrenciler tarafından anlaşılması zor olan dersler arasında yer almaktadır (Cardellini, 2012; Kozma ve Russell, 1997; Krajcik, 1991; Nakhleh, 1992). Öğrenciler doğada

meydana gelen birçok kimyasal olayı anlayamamakta ve zihinlerinde canlandıramamaktadırlar (Ayas, Coştu, Çalık, Ünal ve Karataş, 2001; Ebenezer ve Erickson, 1996; Gabel, 1993; Taber, 2013; Tyson, Treagust ve Bucat, 1999; Zoller, 1990).

Kimyanın etkili bir şekilde öğrenilmesi ancak temel kavramların öğrencilerin zihninde etkili yer edinmesi ile olur (Atasoy, 2004). Kimyanın öğreniminin üç seviyeli bir anlama süreci gerektirdiği kabul edilmektedir (Johnstone, 1993; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2003). Kimya eğitiminde kavramların anlaşılması için üç temel kimyasal gösterim seviyesi kullanılmaktadır. Bunlar; makroskobik seviye, submikroskobik seviye ve sembolik seviye olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır (Johnstone, 2000). Makroskobik seviye, meydana gelen kimyasal olaylar sırasındaki renk, sıcaklık değişimi gibi duyu organları yolu ile gözlemleri temsil etmektedir. Bu seviyedeki olaylarda bireyler doğrudan gözlem yapabilmektedirler. Örneğin, suyun, farklı sıcaklıklardaki suyun fiziksel durumunun bir tanımı (katı, sıvı, gaz) makroskobik seviye örnek bir gösterimdir. Submikroskobik seviye, atom, molekül ve iyon gibi çok küçük taneciklerin davranışı ve hareketleri ile ilişkilendirilen kimyasal gösterim seviyesidir. Bu seviyede meydana gelen kimyasal olaylar gözleme dayalı değildir. Örneğin, su içerisine atılan bir miktar NaCl tuzunun iyonlarına ayrışması (Na^+ ve Cl^-) ve su moleküllerinin (H_2O) bu tuz iyonlarını sarmalamasının çizimlerle veya modellerle tasvir edilmesi submikroskobik seviyeye örnek bir gösterimdir. Sembolik seviye ise tanecik boyutundaki meydana gelen kimyasal olayları formül, sembol veya grafikler ile somutlaştırma seviyesi olarak tanımlanmaktadır (De Jong ve Taber, 2007; Treagust vd., 2003). Sembolik gösterimler, gözlemlenebilir olaylar yani makroskobik gösterimler ile submikroskobik gösterimler arasında bağlantı kurmak için köprü veya araç olarak görev yapmaktadır (Hinton ve Nakhleh, 1999; Wang, Chi, Luo, Yang ve Huang, 2017). Örneğin, suyu temsil etmek için hidrojen (H) ve oksijen (O) sembollerini içeren H_2O molekül formülünün kullanılması sembolik seviyeye örnek bir gösterimdir.

Kimyasal gösterim seviyeleri öğrencilerin kimya konularını anlama düzeylerine ve doğada gerçekleşen birçok kimyasal olayı yorumlamalarına yardımcı olmaktadır. Kimyada etkili öğrenmenin gerçekleşmesi için bu üç temel gösterimlerin eşzamanlı olarak kullanılması gerekmektedir (Chittleborough, Treagust ve Mocerino, 2002; Gabel,

1998; Gkitzia vd., 2011; Jaber ve BouJaoude, 2012; Johnstone, 1991; 1993; Treagust vd., 2003). Bir başka deyişle, öğrencilerin sadece ilgili kimyasal kavramları ve kimyasal gösterimleri anlaması değil, aynı zamanda bu üç gösterim arasında ilişki kurmaları gerektiği düşünülmektedir (Devetak, Vogrinc ve Glazar, 2009; Gilbert ve Treagust, 2009). Birçok öğrenci, aynı anda üç gösterim seviyesi arasında bir bağlantı kuramamaktadırlar (Sim ve Daniel, 2014). Kimya eğitiminde üçlü ilişki, hem tüm seviyeler arasında hem de özellikle makro ve mikro arasındaki ilişkinin kurulması anlamında sorunlu bir alandır (Gilbert ve Treagust, 2009). Öğrenciler makroskobik ve sembolik doğayı anlamada zorlanmazken, submikroskobik doğayı anlamaları için öğrencilerin görmedikleri şeyler hakkında zihinsel imajlar oluşturmaları gerekir ki bu da oldukça zordur (Taber ve Coll, 2002). Kimya kavramlarının öğretimi sürecinde kimyasal yapı ve tanecikler arası etkileşimler gibi submikroskobik boyutun algılanamaması makroskobik seviyeye ile uygun ilişkiler kurmaya engel olmaktadır. Bu da birçok kavram yanlışını ortaya çıkmasına zemin oluşturmaktadır (Sarıtış ve Tufan, 2013). Kimya eğitiminde öğrencilerin zorluk çektikleri kimya kavramlarının öğretiminde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Kimyasal olayların gözle görünemeyecek kadar küçük boyutta olması kimya kavramlarının model, temsili gösterimler, animasyon, videolar, simülasyonlar, resim çizimleri, drama oyunları, hikayeler, şiirler ya da gündelik olaylar ile açıklanmasını gerektirmektedir (Gabel, 1999; Pekdağ, 2010). Bu yöntemler ile öğrencilerin tanecik boyutunda olayların nasıl gerçekleştiğini anlamaları ve zihinlerinde canlandırmaları sağlanmaktadır (Coll ve Treagust, 2003).

Kimyanın anlaşılması zor olan konuların başında maddenin tanecikli yapısı, çözünürlük, çözeltiler, kimyasal ve fiziksel bağlar, kimyasal reaksiyonlar ve enerji kavramları, gaz hareketleri ile daha çok soyut kavramlar içeren konular gelmektedir (Pabuçcu ve Geban, 2006; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003; Stavridou ve Solomonidou, 1998; Tekin, Kolomuç ve Ayas, 2004). Kimyada zorlanmanın temel nedenleri genel olarak konuların tanecik düzeyde zihinde canlandırılmamasıdır (Gabel, 1999; Kapıcı ve Savaşçı-Açıkalın, 2017; Wu, Krajcik ve Soloway, 2001). Bir diğer zorluk ise öğrencilerin günlük yaşam ve olaylara olan bakış açılarıdır. Öğrenciler kimya eğitiminde gördükleri konuları gerçek yaşam ile ilişkilendirememektedirler (Ayas ve Demirbaş, 1997; Doymuş ve Şimşek, 2007; Treagust vd., 2000). Kimya kavramlarının

anlaşılma düzeylerinin kimya gösterim seviyeleri temelinde ortaya koymak amacıyla farklı eğitim seviyelerinde farklı kimya konularında çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda öğrencilerin kimyanın birçok konusu olmak üzere; maddenin tanecikli yapısı (Ayas ve Özmen, 2002; Balım ve Ormancı, 2012; Kavak, 2007), çözeltiler (Adadan ve Savaşçı, 2012; Çalık ve Ayas, 2004; Çalık vd., 2006; Jansoon, Coll ve Somsook, 2009; Pınarbaşı ve Canpolat, 2003; Tezcan ve Yılmazel, 2004), çözünürlük (Aksoy, 2010; Coştu vd., 2007; Koray, Akyaz ve Köksal, 2007; Tezcan ve Bilgin, 2004), kimyasal bağlar (Coll ve Treagust, 2002), kimyasal reaksiyonlar (Hinton ve Nakhleh, 1999; Kelly ve Hansen, 2017), gazların düfzyonu (Stains ve Sevia, 2015), asitler ve bazlar (Çelikler ve Harman, 2015; Kelly ve Akaygün, 2016; Lin ve Chiu, 2007; McClary ve Talanquer, 2011), fiziksel ve kimyasal denge (Akaygun ve Jones, 2014), bileşikler (Chittleborough vd., 2002) ve kimyasal denge (Chiu, Chou, ve Liu, 2002) konularında zorluk çektikleri ve kimya kavramlarını açıklamakta yetersiz oldukları ortaya konulmuştur.

Kimya öğretmenleri kimya kavramlarının ve bilimsel bilgilerin öğretilmesinde etkili bir role sahiptirler. Kimya öğretmenleri temel kimya kavramlarının anlaşılmasında yol göstericilerdir. Öğrencilerin yanlış bilgilerden uzaklaşması, kavramları anlaması ve yeni bilgilerin öğretilmesinde kimya öğretmenleri tarafından sağlanmaktadır. Öğretmenler, öğrencilerin çevrelerinde ve günlük hayatlarında gerçekleşen kimyasal olayları açıklamalarında yardımcı olmaktadır (Treagust, Harrison ve Venville, 1998; Wu, 2003). Öğretmenlerin sahip oldukları bilgiler ve zihinsel modeller öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Öğretmenlerin kimya konularını anlama seviyeleri, kimyasal gösterim seviyelerine dair bilgileri öğrencilerin kimya konularını etkili bir şekilde öğrenmelerinde etkili olmaktadır. Öğretmenlerin sahip olduğu yanlış kavramlar ve kimyasal gösterim seviyelerindeki eksiklikleri öğrencilerin kimya kavramlarını anlamlı bir şekilde öğrenmelerini engelleyecektir. Bu yüzden öğretmenlerin ve geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının kimya konularındaki anlama düzeylerinin kimyasal gösterimler temelinde incelenmesi ve eksiklikleri doğrultusunda hizmet öncesi ve sonrasında eğitimler alması önem teşkil etmektedir.

Literatürde öğretmen adayları ile yapılan çalışmalara bakıldığında öğrenciler de olduğu gibi öğretmen adaylarının da kimyanın birçok konusunda kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğretmen adayları ile başlıca atom (Kıray, 2016), maddenin tanecikli yapısı (Okumuş, Öztürk, Doymuş ve Alyar, 2014), çözeltiler (Eyceyurt Türk, Akkuş ve Tüzün, 2014; Kalın, 2008; Tosun, 2010), çözünürlük (Kırman-Bilgin, Er-Nas ve İpek-Akbulut, 2014), çözünme ve çökme reaksiyonları (McBroom, 2011), kimyasal bağlar (Ulutaş, 2010), asitler (Yalçın-Çelik, Turan-Oluk, Üner, Ulutaş ve Akkuş, 2017) ve gazlar (Koç, 2014) konuları üzerine birçok çalışma yapılmıştır.

Kimya kavramları ve kimyasal olaylar soyut doğası nedeniyle mikro dünyada gerçekleşen tanecik davranışları ve hareketleri ile açıklanabilmektedir. Çevremizde meydana gelen birçok kimyasal olay çözeltiler ve çözünürlük konusu ile ilişkilidir. Örneğin, makroskobik boyutta değişimleri gözlemlediğimiz günlük hayatta meydana gelen çayın içerisine şeker atılması, meyve konsantreleri, suyun içerisine tuzun atılması, deniz ve göl suları ya da asit-baz tepkimelerindeki renk değişimleri gibi birçok olay çözünürlük konusu ile ilgilidir. Çözelti ve çözünürlük konuları hakkındaki bilgiler kimyasal olayların açıklanmasını diğer kimya konularının anlaşılmasına katkı sağlamaktadır (Ayas vd., 2001a; Çalık ve Ayas, 2003; Ebenezer, 2001; Ebenezer ve Erickson, 1996; Fensham ve Fensham, 1987). Örneğin, çözelti ve çözünürlük konularının anlaşılması asit-baz, elektrokimya ve çözünürlük dengeleri gibi bir çok konunun yol göstericiliğini üstlenmektedir. Çalık, Ayas ve Ebenezer (2005) alan yazında çözeltiler konusunda yapılan çalışmaları incelediğinde araştırmacıların çözünme olayının gerçekleşmesi, kütle korunumu ve enerji değişimleri, çözelti çeşitleri, katı ve gazların çözünürlüğü, çözünürlüğe etki eden faktörler, çözeltilerin kaynama noktaları gibi konuları ele aldıklarını belirtmiştir. Hem öğretmen, hem öğrenci hem de diğer bireylerin çözünürlük konusunda bilgi sahibi olması ve günlük hayatta ilişkilendirmesi fen okuryazarlığı açısından önemli olsa da çözünürlük kavramının anlamlı bir şekilde öğrenilmesi submikroskobik boyutta gerçekleşen olayların da tam anlamıyla öğrenilmesini gerektirmektedir. Başka bir deyişle, kimya öğretiminin kimyasal gösterimlerin birbiriyle ilişkilendirilerek yapılmasını gerektirmektedir (Ebenezer, 2001; Gabel,1999; Johnstone, 1993).

Demircioğlu ve Demircioğlu (2005) lise öğrencileriyle yaptıkları araştırmada çözünürlük, çözünürlüğe etki eden etmenler, çözeltiler ve çözelti çeşitleri konularının öğrencilerin en çok zorlandıkları konular arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun en temel nedeni submikro boyutta gerçekleşen çözünme olayının öğrencilerin zihinlerinde canlandıramamalarıdır. Çözünme ve çözünürlük konusunda lise öğrencileri ile yapılan birçok çalışmada öğrencilerin kavram yanlışlarının olduğunu ve submikroskobik boyutta gerçekleşen olayları açıklama da yetersiz oldukları ve zorluk çektikleri belirlenmiştir (Avinç Akpınar, 2010; Çalık ve Ayas, 2004; Çalık vd., 2006; Kalın ve Arıkıl, 2010; Tezcan ve Bilgin, 2004). Yapılan çalışmalar sonucunda öğrencilerin çözünme olayını yaygın olarak çözünen maddenin çözücü içerisindeki boşlukları doldurması, çözünen maddenin kaybolması ve erime olarak tanımladıkları ortaya konulmuştur (Avinç Akpınar, 2010; Ayas ve Demirbaş, 1997; Kalın ve Arıkıl, 2010). Ayrıca, öğrencilerin çözücü çözünen arasındaki etkileşimleri ve hidrasyon olayını ele almadıkları belirlenmiştir (Yalçın-Çelik vd., 2017). Submikroskobik boyuttaki çizimlerinde ise suyu göstermedikleri, çözünen maddeyi su tanecikleri arasındaki boşluklara yerleştirdikleri, çözünen maddeyi homojen olarak dağıtmadıkları ve çözünme sonucu yeni bir madde oluşturdukları gözlemlenmiştir (Coştu vd., 2007; Eyceyurt Türk, vd., 2014; Devetak vd., 2009; Koray vd., 2007).

Coştu ve diğerleri (2007) çözünme olayı dışında çözünme kavramının ilişkili olduğu çözünürlük, çözünürlüğü etkileyen faktörler, çözelti çeşitleri, çözeltilerin kaynama noktası gibi birçok konu üzerinde lise öğrencilerin anlama düzeylerini detaylı olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin çözünürlüğe etki eden faktörlere yönelik bilgi eksikliklerinin ortaya konularak öğrencilerin sıcaklığın, çözücü ve çözünenin yapısının, su miktarının, molekül büyüklüğünün çözünürlüğe etki ettiğine ilişkin kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, bazı öğrencilerin doymamış bir çözeltiye çözünen ilavesi sonucunda çözücünün kütlesinin de artacağını düşündükleri ortaya konulmuştur. Öğrencilerin şekerin bir çözücü içine atılması olayına dair yaptıkları çizimler incelendiğinde ise çok az öğrencinin submikroskobik seviyede yeterli anlamaya sahip olduğu görülmüştür. Koray ve diğerleri (2007) tarafından lise öğrencileri ile yapılan çalışmada öğrencilerin çözünürlük ile ilgili günlük hayatta gözlemledikleri olayları bilimsel kavramlarla bağdaştıramadıkları görülmüştür. Çalışma sonucunda öğrencilerin çözünen ve çözücü kavramları ile ilgili kavram kargaşası

yaşadıkları ve gazların çözünürlüğünün sıcaklık arttıkça artacağı şeklinde yanlış anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir. Tezcan ve Bilgin (2004) ise lise öğrencileri ile yaptığı çalışma sonucunda öğrencilerin çözünürlük kavramına dair yanlış anlamaları olduğunu ortaya koymuştur. Öğrencilerin büyük çoğunluğu çözünürlüğü katı bir maddenin sıvı bir madde içerisinde çözünmesi olarak tanımlamışlardır. Ayrıca, katı maddelerin hepsinin çözüldüğünde iyonlarına ayrıştıklarını ve karıştırma işleminin çözünürlüğü etkilediğini düşündükleri tespit edilmiştir.

Öğrencilerin makroskobik ve submikroskobik seviyedeki anlamalarının belirlenmesi dışında, Gültekin (2009) lise öğrencilerinin çözeltiler konusunda sembolik seviyeye dair grafik okuma, çizme ve yorumlama becerileri üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin genel olarak grafik okuma ve yorumlamada başarılı iken grafik çizmede başarısız oldukları ortaya konulmuştur. Gültekin (2014) benzer bir çalışmayı ortaokul ve üniversite öğrencileri ile de yapmış ve üniversite öğrencilerinin grafik çizmede ortaöğretim öğrencilerinden daha başarılı oldukları, grafik okuma ve yorumlamada ise anlamlı bir farklılığın olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca öğrencilerin eksenleri belirlerken, eksen aralıklarını ölçeklendirirken, grafik üzerinde nokta oluştururken ve noktaları birleştirirken sorunlar yaşadıkları ortaya konulmuştur. Kalın ve Arıkıl (2010) farklı bölümlerde okuyan üniversite öğrencilerin çözeltiler konusundaki çözelti yoğunluğu, çözelti özellikleri gibi kavramlara dair anlamalarını, grafik yorumlama becerilerini ve çözeltilerdeki tanecikli yapıya dair zihinsel modellerini ortaya koymak üzere çizimler de içeren açık uçlu sorular yardımıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin çözünme ve çözünürlük kavramlarını karıştırdıkları, dibinde katısı olan çözeltiyi aşırı doymuş olarak adlandırdıkları, grafik okumakta zorlandıkları ve tanecik boyutundaki anlamalarında eksiklikler olduğu belirlenmiştir. Çizimlerde bazı öğrencilerin sadece çözünen tanecikleri gösterdikleri, suyu OH^- ve H^+ şeklinde iyonlarına ayrıştırdıkları ve tanecikleri molekül formülleri şeklinde gösterdikleri tespit edilmiştir.

Çözünme çözünürlük kavramlarına yönelik öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda ise onların da ortaokul ve lise öğrencileri ile benzer yanlış kavramlara sahip oldukları ortaya konulmuştur. Demirbaş ve diğerleri (2011) tarafından fen bilgisi öğretmen adayları ile yapılan çalışmada öğretmen adaylarının çözünme olayını erime

veya çözünen maddenin kaybolması olarak açıkladıkları, bütün çözeltilerin homojen olmadığını düşündükleri görülmüştür. Eyceyurt Türk ve diğerleri (2014) fen bilgisi öğretmen adaylarının iyonik ve moleküler çözünme konusundaki imajlarına yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının iyonik ve moleküler çözünme olaylarını tam olarak kavrayamadıkları ve yaptıkları çizimler sonucu zihinlerinde çözünme olayına dair doğru bilimsel imajlar oluşturamadıkları görülmüştür. Kirman-Bilgin ve diğerleri (2014) ise fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki kavramlarını ortaya koymak amacıyla onlardan şiir, hikâye ya çizimlerden yararlanarak farklı maddelerin farklı çözücülerdeki çözünürlüğüne dair bildikleri yansıtmasını istemiştir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının çözünme kavramı yerine erime, çözünüp bitme, yok olma, kaybolma, hapsolme, etkisiz hale getirme gibi kavramları kullandıkları tespit edilmiştir. Uluçınar Sağır, Tekin ve Karamustafaoğlu (2012)'nin sınıf öğretmen adaylarının çözünme konusunun da yer aldığı birçok kimya kavramlarına ilişkin anlama düzeylerini inceledikleri çalışmada ise; adayların tuz ve şekerin suda çözünmesini tanecik boyutta çizimlerle görselleştirirken zorlandıkları, iyonik ve moleküler çözünme kavramlarına dair yanlış kavramalara sahip oldukları sonucu elde edilmiştir.

Alan yazında öğrencilerin ve öğretmen adaylarının kimya konularını anlama düzeylerini ve kimyasal gösterim seviyelerini inceleyen çalışmalarda araştırmacılar farklı veri toplama yollarına başvurmuştur. Araştırmacılar genel olarak çoktan seçmeli test soruları (Adadan ve Savaşçı, 2012; Aksoy, 2010; Çalık ve Ayas, 2003; 2004; Koray vd., 2007), mülakatlar (Chittleborough vd., 2002; Çalık ve Ayas, 2004; Dickson, Thompson ve O'Toole, 2016; Eyceyurt Türk vd., 2014; Kelly, Barrera ve Mohamed, 2009; Kıray, 2016; Tosun, 2010), şiir ve hikayeler (Kırman-Bilgin vd., 2014), açık uçlu test soruları (Akaygun ve Jones, 2014; Çalık vd., 2006; Devetak, Urbancic, Wissiak-Grm, Krnel, ve Glazar, 2004; McClary ve Talanquer, 2011; Koç, 2014), kavram yanlışlığı testleri (Coştu vd., 2007; Çalık ve Ayas, 2003), grafik okuma, çizme ve yorumlama testleri (Gültekin, 2009; 2014) ile çizim sorularını (Akaygun ve Jones, 2014; Devetak vd., 2004; Dickson vd., 2016; Eyceyurt Türk vd., 2014; Kelly vd., 2009; Kelly ve Hansen, 2017; Kelly ve Akaygün, 2016; Kıray, 2016; Stains ve Sevia, 2015; Yalçın-Çelik vd., 2017) veri toplama araçları olarak kullanmışlardır Kimyanın etkili bir şekilde öğrenilmesi öğrencilerin üç temel gösterim seviyesine dair yeterli bilgiye sahip

olmalarına ve bu gösterimler arasında geçiş yapabilmelerine bağlıdır. Bu nedenle öğrencilerin kimya konularındaki anlama düzeylerini ortaya koyarken bu üç seviye üzerinden değerlendirme yapılması daha uygun olacaktır. Özellikle submikroskopik boyuttaki anlamalar klasik test ya da teknikler ile ortaya çıkarılamayacağından, tanecik boyuttaki çizimlerden yararlanılması gerekmektedir. Öğrencilerin fikirlerini çizimlerini ya görselleştirmelerini istemek, zihinlerindeki modelleri ortaya çıkarma ve sözlü anlatımlarına tamamlayıcı bilgiler sağlamaları açısından oldukça önemlidir. (Cheng ve Gilbert, 2009; Devetak vd., 2009; Devetak vd., 2004). Çizimler öğrencinin kimyanın submikroskopik boyutuna ilişkin zihnindeki yapının öğrencinin cevabını kelimelerle sınırlamadan ortaya çıkarılmasına yardımcı olmaktadır (Atasoy, 2004; Ayas, Karamustafaoğlu, Cerrah ve Karamustafaoğlu, 2001; Gilbert ve Treagust, 2009). Bu nedenle, öğrencilerin anlama düzeylerinin ve sahip oldukları yanlış ve eksik bilgilerin çizimlerle belirlenmesi gerektiği savunulmaktadır (Devetak, vd., 2004; Eyceyurt Türk, vd., 2014; Novick ve Nussbaum, 1978; Yalçın-Çelik vd., 2017). Öğrencilere çizimler yaptırılması aynı zamanda kimya öğretimi esnasında ortaya çıkan kavram yanlışlarının giderilmesi ve yenilerinin oluşmasını önlemek için etkili bir öğretim stratejisi olarak da görülmektedir (Devetak, vd., 2004). Öğretmenlerin soyut olan kimya kavramlarının öğretiminde kullanacakları gösterimler ya da çizimler ile öğrencilerinin bilimsel görüşe uygun şekilde anlayabilmelerini sağlamaya yardımcı olmaları gerekmektedir. Öğretmenin bu konudaki yanlış gösterimleri öğrencide konunun etkili bir şekilde öğrenilmemesine ve yanlış kavramlar oluşturmasına neden olabilir. Bu nedenle öğretmenlerin tanecik boyutta gösterimlere dair bilimsel uygun zihinsel modellere sahip olmaları gerekmektedir (Yalçın-Çelik vd., 2017). Öğretmen adaylarının gelecekte öğretmen olduklarında yanlış çizimlerinden veya submikroskopik boyutta yanlış anlamalarından dolayı böyle sorunlara yol açmamaları için öğretmen adaylarının kimyasal olguları çizimlerle ifade etme şekilleri araştırılmalıdır. Ayrıca, çizimlerden yararlanarak öğretmen adaylarının anlama düzeylerini belirlemek öğretmen yetiştiren kurumların verecekleri eğitimler açısından da önemlidir. Kimyanın çeşitli konularında öğretmen adaylarının anlama seviyelerinin tespitinde çizim yöntemi ile atom (Kıray, 2016), asitler (Yalçın-Çelik vd., 2017), ve çözünme (Çalık vd., 2006; Eyceyurt Türk, vd., 2014) konuları çalışılmasına rağmen çözünürlük ve çözünürlüğe etki eden faktörler

konusunda yapılan araştırmalarda çizimlerin kullanımı çok azdır (Kirman Bilgin, Er Nas ve İpek Akbulut, 2014).

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki kimyasal gösterim seviyelerine dair anlama düzeylerini çizimler ile belirlemektir.

1.2. Araştırmanın Temel Problemi

Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusunda kimyasal gösterim seviyelerine dair anlama düzeyleri hangi seviyededir?

1.3. Araştırmanın Alt Problemleri

1. Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin makroskobik boyutta anlama düzeyleri hangi seviyededir?
2. Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin sembolik boyutta anlama düzeyleri hangi seviyededir?
3. Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin submikroskobik boyutta anlama düzeyleri hangi seviyededir?

2. BÖLÜM

ALANYAZIN TARAMASI

2.1. Kimyanın Temel Gösterim Seviyeleri

Bilimin temel disiplinlerinden biri olan kimya soyut bir bilim alanıdır. Maddeyi oluşturan taneciklerin özelliklerini ve davranışlarını doğrudan gözlemlemenin güç olmasından ve sembol ve formüllerden oluşan bir dil içermesinden dolayı kimya konularının öğrenilmesi öğrenciler tarafından zor olarak değerlendirilmektedir. Kimyasal olayların anlaşılmasında ve kimyanın anlamlı bir şekilde öğretilmesinde üç temel kimyasal gösterim seviyeleri kullanılmaktadır (Şekil 1). makroskobik seviye, submikroskobik seviye ve sembolik seviye (Johnstone, 1993; Johnstone, 2000; Talanquer, 2011). Kimya bilgilerini aktarma, anlama ve hatırlatmada kimyanın doğası gereği gösterimlerden faydalanılmaktadır (Carney ve Levin, 2002). Kimya eğitimi sürecince öğrenciler bilgilerini bu üç seviyeye göre inşa etmektedirler (Gilbert ve Treagust 2009). Kimya kavramların anlaşılması ve uygun bilgilere dönüştürülmesi öğrencilerin sadece ilgili kimyasal kavramları ve kimyasal gösterimleri anlaması ile değil aynı zamanda gösterim seviyeleri arasındaki ilişkinin doğru kurulması ile gerçekleşmektedir (Çalık vd., 2006; Devetak vd., 2009; Ebenezer, 2001; Gilbert ve Treagust, 2009; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002; Raviolo, 2001). Öğretmenlerin kimyasal kavramları öğrencilere anlatabilmesi için bu üç temel gösterim seviyelerini kullanma becerisine ve ilişkilendirme becerisine sahip olmalıdırlar (Gabel, 1999).

Şekil 1. Kimyasal gösterim seviyeleri



2.2. Makroskobik seviye

Kimyanın temel gösterim seviyelerinden makroskobik seviyede, bireyler gerçekleşen olayları doğrudan gözlemleyebilmektedir. Makroskobik gösterimler kimyasal kavramların somut veya duyulara dayalı olarak temsil edilmesidir (Ebenezer, 2001; Raviolo, 2001). Makroskobik seviyede kimyasal olaylar görünmeye ve gözlemlenmeye dayanmaktadır. Bir başka deyişle, makroskobik seviyeler kimyasal kavramların deneysel, somut veya gözlemsel olarak tarif edilmesidir. Kimyanın bu temel gösterimi insanların günlük yaşantıda karşılaştıkları olaylardaki renk değişimleri, çökeltme tepkimeleri, yeni maddelerin oluşması veya gözlemlenebilen hal değişim olaylarını barındıran gösterim seviyesidir (Treagust vd., 2003). Makroskobik seviye, öğrencilerin doğrudan gözlem yapabildiği olayları kapsamaktadır (Wu vd., 2001). Günlük hayatta karşılaşılan erime olayı, çürüme olayı, paslanma olayı, yanma olayı, ekşime olayı, yaprak sararması ve gümüşün zamanla kararması gözlemlenebilir durumlara örnek teşkil etmektedir. Asit ve baz tepkimelerinde turnusol kağıdındaki renk değişimleri ve elementlerin yanması sonucu renklere ayrılmasının gözlemlenmesi makroskobik seviye olarak değerlendirilmektedir (Mocerino, Chandrasegaran ve Treagust, 2009). Makroskobik seviye, katı, sıvı, gaz, çözelti, karışım gibi maddelerin belirli araç gereçlerle ölçülebilen ve gözlemlenebilen özelliklerini temsil etmektedir (Gilbert, 2010). Makroskobik seviye deneysel aktiviteler ile temsil edilen kimyasal kavramların somut gösterimleridir (Devetak vd., 2009). Makroskobik seviye öğrencinin günlük yaşantısında karşılaştığı renk değişimi, yeni bir ürünün oluşması ya da var olan bir maddenin hal değiştirmesi gibi gözlemlenebilen kimya olaylarının olduğu boyut olarak da tanımlanmaktadır. Daha farklı olarak, örneğin ısı enerjisi, pH ve renk değişimleri, gaz ve çökeltilerinin oluşması maddenin gözlemlenebilir kütle özellikleri de makroskobik gösterimler olarak tarif edilmektedir (Mocerino vd., 2009).

2.3. Submikroskobik seviye

Makroskobik düzeyde yapılan gözlemlerin nedenleri submikroskobik seviye (soyut tanecik seviyesi) kullanılarak olarak açıklanmaktadır (Devetak vd., 2009). Bu seviyede meydana gelen durumlar kişisel sezgilerden ve algılardan yola çıkılarak

anlaşılamaz (Gabel, Samuel ve Hunn, 1987). Submikroskobik seviye gerçekleşen kimyasal olaylarda maddeyi oluşturan taneciklerin hareketlerini ve birbirleriyle olan etkileşimleri hakkında bilgi veren seviye olarak tanımlanmaktadır (Ebenezer, 2001; Gabel, 1999; Raviolo, 2001). Başka bir ifadeyle, submikroskobik seviye mikroskopla görülmeyecek kadar küçük olan varlıkları (yani atomlar, iyonlar, moleküller, serbest radikaller) ve bunların kendi içlerindeki ve kendi aralarındaki etkileşimleri tasvir etmektedir. Örneğin, su içerisine atılan bir miktar tuzun iyonlarına ayrışması ve su moleküllerinin bu tuz iyonlarını sarmalayarak çözmesine dair açıklamalar ve gösterimler submikroskobik düzey olarak ele alınmaktadır. Benzer şekilde su içerisine atılan şeker moleküllerinin su tanecikleri tarafından moleküler düzeyde sarmalanması da submikroskobik boyuta örnek olarak verilebilir. Submikroskobik seviye maddenin tanecik düzeyinde hareketlerinin yorumlandığı temel gösterim seviyesi olarak tanımlanmaktadır (Johnstone, 2000). Bu şekilde bu seviye makroskobik özelliklerin nedenlerinin yorumlanarak meydana gelen değişimler için nedensel açıklamalar üretilmesini sağlamaktadır (Gilbert, 2010; Gilbert ve Treagust, 2009). Bazı araştırmacılar submikroskobik seviyeyi mikroskobik seviye olarak da tanımlamaktadır (Ben-Zvi, Eylon, & Silberstein, 1987; Gabel, 1994). Submikroskobik seviye kimyanın temel gösterim seviyeleri arasında öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri en önemli seviye olarak görülmektedir. (Devetak vd., 2009).

2.4. Sembolik seviye

Kimyasal düzeyde, maddeler ve işlemler kimyasal dil ve çizimler yardımıyla sembolleştirilmiştir. Sembolik seviye, gerçekleşen kimyasal olaylara ait sembollerin, sayıların, formüllerin, eşitliklerin, açık veya kapalı molekül yapıların kullanıldığı temel seviyedir (Ebenezer, 2001; Raviolo, 2001). Başka bir ifadeyle, elementlerin harfler kullanılarak, elektrik yüklerinin işaretler kullanılarak, tek bir türdeki atomların sayılarının ve maddenin fiziksel halinin alt indisler kullanılarak submikro varlıkların temsil edildiği gösterim seviyesidir (Gilbert, 2010). Sembolik seviye submikroskobik boyutta gerçekleşen durumların varlığını somut olarak temsil eden boyuttur (Gilbert, 2010). Submikroskobik ve makroskobik düzeyde gerçekleşen kimyasal olaylar semboller, formüller veya eşitlikler yardımıyla sembolik seviyede gösterilebilir (Gabel,

1999). Sodyum (Na⁺) ve klor (Cl⁻) iyonu taneciklerinin bir araya gelerek tuz (NaCl) oluşturmasının formüller ile gösterilmesi sembolik seviye ile ilişkili kimyasal bir olaydır. Kimyasal kavramlara ait sembolik seviyeler [elementlerin sembolleri, kimyasal formüller ve denklemler, matematiksel denklemler, modeller, şemalar, vb.] bilim okuryazarı insanlar tarafından soyut düzeydeki olaylar üzerinde kolayca iletişim kurmak için kullanılır (Devetak vd., 2009). Semboller, formüller, denklemler, stokiyometri ve grafikler sembolik seviyeye örnek olarak verilebilir. Ayrıca ideal gaz denklemi ve reaksiyon hız yasaları gibi matematiksel ifadeler de sembolik seviyeyi temsil etmektedir.

2.5. Kimya Konuları ve Kimyasal Gösterimler ile ilgili Yapılan Çalışmalar

Balım ve Ormancı (2012) ilköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ile ilgili anlama düzeylerini belirlemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. İlgili çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli ile Bilecik ilindeki bir ilköğretim okulunda 6. Sınıf (n=16) ve 7. Sınıf (n=22) öğrencilerinden maddenin tanecikli yapısını anlamalarına yönelik veri toplanmıştır. Çalışmada öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlamalarını ortaya koymak amacıyla atomun yapısı, katı, sıvı ve gazların genel özellikleri, atom, bileşik ve karışım kavramları ve fiziksel ve kimyasal değişimler ile ilgili çizim yapılmasını gerektiren dört soruluk bir test kullanılmıştır. Verilerin analizleri sonucunda ilköğretim öğrencilerinin tanecik boyutunda çizim yapmakta zorlandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin katı, sıvı, gazların genel özelliklerini anlamakta ve submikroskobik düzeyde ifade etmekte zorlandıkları belirtilmiştir.

Yine maddenin tanecikli yapısı konusunda Kavak (2007) Aksaray ilinde 2006-2007 öğretim yılında ilköğretim 7. Sınıfta öğrenim gören 46 öğrencinin zihinlerindeki imajı belirlemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada veri toplama aracı olarak çizim gerektiren üç açık uçlu sorudan oluşan maddenin tanecikli yapısına ait imaj belirleme testi kullanılmıştır. Sorularda maddenin tanecikli yapısında öğrencilerden çizimler yapmaları istenmiştir. İçerik analiz yöntemiyle analiz edilen verilerden çizimler model görünümü, parçacık model görünümü, kabuk model görünümü ve tanecik model görünümü olarak gruplandırılmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin çizimlerinde daha

çok maddenin makroskobik görünümüne yer verdikleri, maddenin tanecikli yapısına dair submikroskobik boyutta doğru imaj oluşturmadıklarını tespit edilmiştir.

Benzer bir çalışmada Ayas ve Özmen (2002) tarafından lise öğrencileri ile yapılmıştır. Bu çalışmada veriler Trabzon ilinde bulunan lise 1. ve lise 2. sınıfta öğrenim gören toplam 250 öğrenciden günlük olaylara dayalı maddenin tanecikli yapısı ile ilgili açık uçlu sorular içeren bir test kullanılarak elde edilmiştir. Testin içeriğinde buharlaşma, kapalı ortamda sıcaklık basınç değişimi, kondenzasyon veya yoğunlaşma (sıcaklık hal değişimi), maddelerin hareketi ve yayılması ve maddenin hallerinin temsili gösterimi ile ilgili 5 adet soru yer almaktadır. Katılımcıların sorulara verdikleri cevaplar anlama, yanlış anlama, anlamama ve cevap vermeme şeklinde kategorize edilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda lise öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı konusunda kavramları anlama seviyelerinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin tanecikli boyutta yapmış oldukları çizimlerde maddenin katı, sıvı ve gaz hali arasındaki ayrımı çizimlerinde bağ uzunlukları ile gösterdikleri belirlenmiştir.

Okumuş ve diğerleri (2014) ise öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı konusuna dair mikroskobik ve makroskobik seviyeleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada örneklem grubu olarak 2013-2014 yılında Atatürk Üniversitesi eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği programının 1. Sınıfında öğrenim görmekte olan 48 öğretmen adayı seçilmiştir. Bu araştırmada veri toplama aracı olarak maddenin tanecikli yapısı ile ilgili bir test kullanılmıştır. Ayrıca maddenin tanecikli yapısında öğrencilere kavratma amaçlı 2 adet deney gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulguları bilimsel doğru çizimler, yanlış anlama ve kavram hatası olarak gruplamış ve her bir soruyu ayrı ayrı değerlendirmişlerdir. Buldukları sonuçlarda öğrencilerin çözünme olayında oluşan çözümleri tek bir madde olarak düşünmekte, ve derişimleri arttırılan çözümlerde çözünen madde miktarlarını da çizimlerde fazla tanecik çizerek belirtmişlerdir. Çözünürlük olayında taneciklerin birbiri arasına girdiklerini düşünmektedirler. Başka sonuçlara eş değer öğrencilerin kavramların büyük çoğunluğunun soyut olması nedeni ile anlamakta zorlandıklarını ve kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca diğer sonuçlardan farklı olarak öğrencilerin yanlış kavramalarının devam ettiği sonucunu da belirlemişlerdir.

Koç (2014) ise gazların dağılımı ve mikro boyutta anlaşılması ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Örneklem grubu olarak Atatürk üniversitesinde öğrenim görmekte olan 57 fen bilgisi öğretmen adayı seçilmiştir. Araştırmada tarama yöntemini kullanmış olup, gazların mikro boyutu ile ilgili 3 açık uçlu soru sorulmuştur. İçerik analizi sonucunda katılımcıların cevapları bilimsel doğru, kavram hatası içeren cevap ve ilişkisiz cevap olarak kodlanmıştır. Elde edilen sonuçlarda öğrencilerin gazlar ile ilgili gazların molekül kütleleri, hacimleri ve gaz taneciklerindeki homojen dağılıma durumlarını tanecik boyutunda anlamakta yanılığlara düştükleri tespit edilmiştir.

Yalçın-Çelik ve diğerleri (2017) ise Ankara ili üniversitesinde öğrenim gören 107 kimya öğretmen adayı ile asitlik konusunda bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada kimya öğretmen adaylarının alternatif kavramlarının çizim yoluyla belirlenmesi amaçlanmıştır. Veriler asitler konusu ile ilgili submikroskopik boyutta 2 adet açık uçlu çizim sorusu ile toplanmıştır. Sorulan sorularda öğretmen adayları yaklaşık 15-20 dakikada tanecik boyutunda çizimler yapmışlardır. Elde edilen çizimler kapalı kodlama ve açık kodlama yöntemi ile belirli durumlara göre derecelendirilmiştir. Elde edilen bulgular kimya öğretmen adaylarının asitlik konusunda bilimsel imajlara uygun görüşe sahip olmadığını ve ayrıca alternatif kavramların olduğunu göstermektedir. Derişim, seyretme ve iyonlaşma kavramlarını tanecik boyutunda anlamakta zorlandıkları tespit edilmiştir. H_3O^+ sayısının artmasını asitlik kuvveti ile paralellik gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler zayıf ve kuvvetli asitlerde iyonlaşmanın rolünü göz ardı etmektedirler. Çizimlerinde ise asitin kuvvetlilik ve zayıflık durumu iyonlaşma ile bağlantı kurmadan göstermişlerdir. Öğrenciler kuvvetli asitler ya da zayıf asitlerde neyi ölçüt olarak kullanacaklarını belirleyememektedirler.

2.6. Çözelti ve Çözünürlük Konuları Üzerine Kimyasal Gösterimler ile İlgili Öğrencilerle Yapılan Çalışmalar

Çalık ve Ayas (2004) farklı öğrenim seviyesinde bulunan öğrenciler ile çözünme hakkındaki anlamalarını ortaya koymak amacıyla çalışma gerçekleştirmiş olup bu çalışmalarında veri toplama aracı olarak mülakat tekniğini kullanmışlardır. Çalışmada, 20 öğrenciye oralet/su, şeker/su ve zeytinyağı/alkol/su sistemleri gösterilerek onlardan bu sistemlerde gerçekleşen olayları ve gözlemleri açıklamaları istenmiştir.

Mülakatlardan elde edilen veriler öğrencilerin çözünme ile ilgili açıklamalarında taneciklerin dağılma durumuna, tanecikler arası boşluklara, çözünmede çözücü ve çözünen arasındaki etkileşime, çözünen maddenin kaybolmasına, çözeltide hal değişimine ve basınç farkı gibi özelliklerine değindiklerini ortaya koymuştur.

Benzer bir çalışmada, Çalık ve Ayas (2005) 7.sınıftan 10.sınıfa kadar farklı seviyelerdeki öğrencilerinin öğrencilerin çözücü, çözünen ve çözelti kavramlarına dair kavram yanılgılarını araştırmışlardır. Mülakat tekniğinden farklı olarak, bu çalışmada, veriler toplam 441 öğrenciye uygulanan 18 açık uçlu sorudan oluşan bir test aracılığıyla toplanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin şekerin suya atılmasıyla bir kimyasal reaksiyon meydana gelir, katı maddeler her zaman çözünendir ve sıvı katıyı çözme özelliğine sahip bir çözücüdür şeklinde yanlış kavramlara sahip oldukları ortaya konulmuştur. Ayrıca, öğrencilerin kavramsal anlayışlarının 7. sınıftan 10. sınıfa düzenli bir artış gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Çalık, Ünal ve Ayas (2006) tarafından yapılan çalışmada da farklı seviyelerdeki öğrencilerin çözünme kavramı ile ilgili anlama düzeylerini karşılaştırılmıştır. Çalışma grubu olarak Trabzon ilinde bulunan iki ilköğretim ve iki lisede öğrenim gören toplam 441 öğrenci seçilmiştir. Bu çalışmada veri toplama aracı olarak çizim ve açık uçlu sorulardan oluşan bir test kullanılmıştır. Elde edilen açıklama ve çizimler gruplandırılarak (örneğin anlama-kısmen anlama-tam anlama-anlama) değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin submikroskopik seviyeleri açıklamada zorlandıkları ve çizimlerinde kavram yanılgıları olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, çözünme kavramının erime, moleküller arasındaki boşlukların doldurulması, çözünen maddenin yok olması olarak tanımlanması. Ayrıca şekerin çözünmesinde iyonlarına ayrıştırılması gibi kavram yanılgıları belirlenmiştir.

Koray ve diğerleri (2007) ise çalışmalarında lise öğrencilerinin çözünürlük konusundaki günlük olaylar ile ilgili kavram yanılgılarını ele almışlardır. Veriler 2004-2005 eğitim yılında Zonguldak ilinde bulunan Anadolu, Özel ve Süper liselerinde 9., 10. ve 11. sınıflarında öğrenim gören 300 öğrenciden toplanmıştır. Veri toplama aracı olarak 32 soruluk bir kavram yanılgı testi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarında öğrencilerin çözünürlük ile ilgili günlük hayatta gözlemledikleri olayları bilimsel kavramlarla bağdaştıramadıkları görülmüştür. Öğrencilerin çözünen ve çözücü

kavramları ile ilgili kavram kargaşası yaşadıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin su-un karışımını çözeltilere örnek olarak verirken çaya limon atılmasını çözünme olarak değerlendirmedikleri görülmüştür. Ayrıca, çalışma sonucunda öğrencilerin ve gazların çözünürlüğünün sıcaklık artıca artacağı şeklinde yanlış anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir.

Benzer şekilde, Coştu ve diğerleri (2007) de lise öğrencilerinin çözünürlük konusundaki kavramlarının belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Veriler 300 lise öğrencisinden 15 çoktan seçmeli ve 5 açık uçlu soru içeren bir test ile toplanmıştır. Testin açık uçlu soruları (anlam, kısmen anlama, yanlış anlama, anlamama, ve cevapsız) olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin çözünürlüğe etki eden faktörler konusuna dair eksik bilgiye sahip olduğu, çözelti ve bileşenleri tam olarak anlamadıkları tespit edilmiştir. Tanecik boyutunda şeker moleküllerini çizmekte güçlük çektiklerini tespit etmişlerdir. Öğrencilerde çözeltilerin; çözücüye atılan çözünenin yeni bir madde oluşumu olduğuna, iki maddenin birleşerek farklı bir madde oluştuğuna ya da başka bir maddenin birleşenlere ayrışarak oluşturduğuna inanmaktadırlar. Çözünen maddeyi iyonlarına ayrılan madde ve genellikle katı olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir.

Tezcan ve Yılmazel (2004) ise 56 lise öğrencisinden çözünürlük testi ve mülakatlar aracılığıyla elde ettiği veriler sonucunda öğrencilerin, çözünme yerine erime kelimesini kullandıklarını, genellikle katıların çözünen olabileceği düşüncesine sahip olduklarını, çözünme olayında maddenin korunumu kavrayamadıklarını, tuzun suda çözünmesinin kimyasal değişim olarak ifade ettiklerini ortaya koymuştur. Ayrıca, çalışma sonucunda öğrencilerin çözünme olayını maddenin tanecikli yapısıyla bağdaştıramadıkları ve çözünme olayına dair çizimlerinde sadece çözünen veya çözücü moleküllerini gösterdikleri, bunları da çizgi veya nokta hâlinde ifade ettikleri görülmüştür.

Tezcan ve Bilgin (2004) çözünürlük konusunda laboratuvar yönetiminin etkisi üzerine bir yaptığı çalışmada diğer çalışmalarla benzer olarak lise öğrencilerin çözünürlük kavramına dair yanlış anlamaları olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada, 2003-2004 yılında Ankara'daki bir lisenin 9.sınıfında öğrenim gören 42 öğrenciden çözünürlük kavram testi ile toplanan veriler ışığında öğrencilerin büyük çoğunluğunun

çözünürlüğü katı bir maddenin sıvı bir madde içerisinde çözünmesi olarak tanımladıkları belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin katı maddelerin hepsinin çözündüğünde iyonlarına ayrıştıklarını ve karıştırma işleminin çözünürlüğü etkilediğini düşündükleri tespit edilmiştir.

Önder (2006) tarafından çözünürlük konusu ve kavramsal değişim yaklaşımları ile ilgili bir araştırma yapılmıştır. Örneklem grubu olarak 2004-2005 yılında öğrenimi devam eden 125 lise 10. Sınıf öğrencisi ile çalışılmıştır. Öğrenciler kendi aralarında rast gele deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Deney grubuna kavramsal değişim yaklaşımları kontrol grubuna ise geleneksel yöntemler ile konular işlenmiştir. Veriler bilimsel işlem beceri testi ve kimya tutum ölçeği ile toplanmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel yöntemlerden olan t-testi, varyans analizi ve kovaryans analizi ile değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin çözünürlük konusunu anlama, yorumlama ve bu konuda problem çözmede zorluklar çektikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin çözünürlük konusundaki kavram yanlışlarının kavramsal değişim metinleri ile giderilebileceği belirtilmiştir.

Adadan ve Savasci (2012) tarafından yapılan çalışmada 16 ve 17 yaşındaki öğrencilerin çözeltiler konusundaki kavramları daha detaylı ele alınarak analiz edilmiştir. Çözeltiler ile ilgili kimya kitaplarında bulunan 6 adet kavramsal konu çalışılmıştır. Bu konular çözeltilerin doğasını ve çözülmesini içeren, katıların çözünürlüğünü etkileyen faktörler, gazların çözünürlüğünü etkileyen faktörler, bir çözünenin çözünürlüğüne göre çözeltilerin türleri, çözeltilerin konsantrasyonu, ve çözeltilerin elektriksel iletkenliği ile ilgilidir. Öğrencilere bu konular ile ilgili sorular sorulmuştur. Elde edilen yanıtlar puanlama rubriği ile değerlendirilmiştir. Görüşmelerde iki veya daha fazla maddenin karışımını hemen hemen tüm öğrenciler çözünme ve homojen olduğunu açıkça belirtmişlerdir. Birçok öğrencinin çözeltilerin farklı fiziksel yapıda bulunacağını ifade ettikleri görülmektedir. Öğrenciler genel olarak sadece tuzlu suyun homojen olabileceğini düşündükleri ortaya çıkartılmıştır. Öğrenciler çözeltilerde çözücünün genellikle sıvı olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Blanco ve Prieto (1997) ise çalışmalarında çözünürlüğe etki eden faktörleri ele alarak karıştırma ve sıcaklığın artırılması faktörlerinin bir katının bir sıvıdaki çözünmesine etkisine dair öğrenci görüşlerini ortaya koymuşlardır. Araştırmanın

örneklemine 12-18 yaş aralığındaki toplam 458 öğrenci oluşturmaktadır. Bu çalışmada veriler öğrenci çizimleri ve yazılı açıklamaları ile toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda dört açıklayıcı model ortaya konulmuştur: 1) karıştırma ve / veya sıcaklık artışlarının suda tuzun çözünmesi üzerinde herhangi bir etkisi yoktur, 2) suda tuzun anlık çözünmesi için karıştırma ve / veya sıcaklık artışı gerekli önkoşuldur, 3) Suda tuzun çözülmesi için karıştırma ve / veya sıcaklıkta artış gerekli önkoşullardır ve 4) tuzun suda çözülmesi için karıştırma ve / veya sıcaklık artışı gerekli ön şartlar değildir. Ayrıca, çalışma sonunda “etkileşim” kelimesinin öğrencilerin cevapları arasında yer almadığı ve sadece bazı durumlarda tuz ve su arasında bir şeyin meydana geldiğini belirtmek için 'reaksiyon' kelimesinin kullanıldığı tespit edilmiştir.

Yine benzer şekilde çözünürlüğe etki eden faktörler ile ilgili olarak, Mulford ve Robinson (2002), yaptıkları çalışmada iki aşamalı test aracılığıyla öğrencilerin buharlaşma etkisinin şeker-su çözeltisi üzerindeki etkisine dair görüşlerini ders öncesi ve sonrasında incelemişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, öğrencilerin geleneksel öğretimden sonra yanlış anlamaları konusunda ufak bir değişiklik olduğunu ortaya koymuştur. Son test sonuçları, öğrencilerin üçte birinin (% 34), buharlaşma sonucunda çözeltinin konsantrasyonunun aynı kaldığı doğru cevabı seçtiğini göstermiştir. Ancak, öğrencilerin çoğunluğunun (% 61) konsantrasyonun artacağı yönünde yanlış görüşe sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin son testteki yazılı açıklamalarının analizi, sadece öğrencilerin dörtte birinin (% 26) dipte daha fazla tuz oluşturduğuna inandığını göstermiştir. Yaklaşık yarısı (% 48) ise konsantrasyonun daha az suda aynı kaldığına inanırken; diğerleri ise tuzun buharlaşmadığını suda kaldığını düşünmüşlerdir.

İlköğretim ve lise seviyelerinin dışında, Pınarbaşı ve Canpolat (2003) tarafından yapılan çalışmada çözeltiler konusu daha detaylı ele alınarak üniversite öğrencilerinin öğrencilerin doymuş, doymamış ve aşırı doymuş çözeltiler, çözeltilerin fiziksel özellikleri ve gazların çözünürlüğü gibi kavramlara dair anlama düzeyleri ortaya konulmuştur. Veriler Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesinde 2001 yılında öğrenim gören Genel Kimya II dersini alan toplam 107 öğrenciden 4 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir test aracılığıyla toplanmıştır. Ayrıca, uygulan testte öğrencilerden cevaplarının nedenlerini de açıklamaları istenmiş ve bazı öğrencilerle

mülakatlar yapılmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin doymuş ve aşırı doymuş çözeltiler arasındaki farkı anlamada bir problem yaşadıkları tespit edilmiştir. Testte yer alan mikroskobik gösterimlerin doymuş, doymamış ve aşırı doymuş çözeltili kavramlarının eşleştirilmesine dair soruda katılımcılarının % 78'inin aşırı doymuş çözeltili olarak dibinde katısı bulunan çözeltili gösterimini seçtikleri belirlenmiştir. Görüşmelerden elde edilen verilerde de öğrencilerin dibinde çözünmemiş bir madde içeren çözeltileri aşırı doymuş çözeltili olarak tanımladıklarını ortaya konulmuştur. Ayrıca, bazı öğrencilerin çözünmemiş maddenin çözeltilinin bir bileşeni olduğu ve bir çözücüde çözünen gaz miktarının çözeltideki gazların basıncıyla orantılı olduğu şeklinde yanlış kavramlara sahip oldukları ortaya konulmuştur.

Diğer çalışmalardan farklı olarak, Jansoon, Coll ve Somsook (2009) tarafından yapılan çalışmada ise kimyasal gösterim seviyeleri ayrıntılı olarak ele alınarak üniversite öğrencilerinin seyreltme kavramını makroskobik, submikroskobik ve sembolik düzeylerde nasıl açıkladıkları ve bu kavrama dair anlama düzeylerinin ne olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Örneklem grubu olarak Tayland'da öğrenim gören 414 üniversite 1. sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Veri toplama araçları olarak mülakat, açık uçlu sorular ve çizimler kullanılmıştır. Bu çalışmada öncelikle öğrenciler laboratuvarında 4-5 kişilik gruplar halinde deney yaparak yazdıkları deney raporlarına göre değerlendirilmişler ve rapor puanlarına göre yüksek ve düşük yetenekli öğrenciler olarak iki gruba ayrılmıştır. Çalışma sonucunda, yüksek yetenekli öğrencilerin, üç seviyedeki gösterimlerin rolünü ve ilişkilerini anlama düzeyleri yüksek olduğu belirlenirken iken düşük yetenekli öğrencilerin genellikle cevaplarını sembolik düzeyde doğru bir şekilde sundukları fakat submikroskobik ve makroskobik düzeydeki gösterimlerinin sembolik seviye ile ilişkili olmadıkları tespit edilmiştir.

Benzer şekilde, De Berg (2012) tarafından üniversite öğrencilerinin çözeltilerin doğası ve konsantrasyon hesaplama konularına ilişkin anlama düzeyleri submikroskobik ve makroskobik düzeyde sorulan sorular yardımıyla belirlenmeye çalışılmıştır. Örneklem grubu olarak 145 üniversite 1.sınıf öğrencisi ile çalışılmıştır. Veriler çoktan seçmeli ve kısa cevaplı sorular aracılığıyla toplanmıştır. Çalışma sonucunda, submikroskobik düzeyde bir şeker çözeltilisinin doğasını sorgulatan çoktan seçmeli soruda öğrencilerin % 63.4'ü bilimsel olarak kabul edilen şeker taneciklerinin çözeltili

içinde homojen olarak dağılmış gösterimini seçerken, öğrencilerin% 27.6'sı şeker taneciklerinin yok olduğu temsil eden gösterimi seçtikleri belirlenmiştir. Çözelti konsantrasyonu hesaplama konusunda da öğrencilerin görsel olarak submikroskobik formda sunulan sorulara nazaran, sözel olarak makroskobik seviyede sunulan konsantrasyon hesaplama sorularının yanıtlanmasında önemli derecede daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Diğer çalışmalardan farklı olarak, Gültekin (2009) çözeltiler konusunu sembolik seviyede ele alarak, grafik okuma, çizme ve yorumlama üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışmasında örneklem grubu olarak 2008-2009 Balıkesir ilinde karma liselerden olmak üzere 475 9. Sınıf öğrencisine yer verilmiştir. Araştırmada 9. Sınıf öğrencilerine uygulanan grafik çizme ve yorumlama beceri testi ile veriler toplanmıştır. Analizler iki aşamalı yapılmış olup birinci aşamada grafik çizme ve yorumlama gerektiren soruları doğru ve yanlış olarak analiz edilmiştir. İkinci aşamada ise çizimler için sorulan açık uçlu sorular her bir çizim aşamasına göre kategorize edilmiştir. Sonuçlarda ise öğrencilerin çözeltiler konusunda yaptıkları çizimleri puanlamış ve genel ortalamaya göre başarılı oldukları elde edilmiştir. İkinci sonuçlarında ise grafik çizme ve yorumlamada öğrencilerin başarısız oldukları belirtilmiştir. Grafik çizim ve yorumlamalarına orantılı olarak başarılarının da artabileceğine değinilmiştir.

Gültekin (2014) tarafından yapılan ikinci bir çalışmada hal değişimleri ile çözeltiler konusunda grafik çizme ve yorumlama üzerine bir araştırma yapılmıştır. Çalışmaya 9., 10., 11. ve 12. sınıf öğrencileri olmak üzere karma liselerden 360 kişi ve 23 kimya öğretmen adayı katılmıştır. Veriler grafik okuma ve yorumlama testi ve grafik çizme beceri testi ile toplanmıştır. Bu çalışmada, grafik okuma ve yorumlama testleri doğru yanlış olarak, diğer veriler ise rubrik yoluyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda öğrencilerin grafik çizmede, eksenleri belirlemede ve noktaları birleştirmede sorunlar yaşadıkları ve ders kitaplarında nitel ile nicel anlamda grafiklerin geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

2.7. Çözelti ve Çözünürlük Konuları Üzerine Kimyasal Gösterimler ile İlgili Öğretmen Adaylarıyla Yapılan Çalışmalar

Alan yazındaki çözeltiler ve çözünürlük konu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde öğretmen adayları ile yürütülen çalışmaların daha çok fen bilgisi öğretmen adayları ile yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmaları ikinci olarak sınıf öğretmen adayları ile yapılan çalışmalar takip etmektedir. Kimya öğretmen adayı ile yapılan çalışmalar ise yok denecek kadar azdır. Aşağıdaki alan yazında yer alan çalışmaların özetleri sunulmaktadır.

Demirbaş ve arkadaşları (2011) tarafından Kırıkkale üniversitesinde 3.sınıfta öğrenim gören 45 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürütülen çalışmada, öğretmen adaylarının çözeltiler, maddenin tanecikli yapısı, fiziksel ve kimyasal değişme konularındaki kavram yanlışları tespit edilmiştir. Veriler, 11 adet doğru-yanlış, 5 adet çoktan seçmeli, 2 adet şekil çizimi ve analizi, 2 adet yorumlama sorusu içeren kavram yanlış testi ile elde edilmiştir. Analizler sonucunda öğretmen adaylarının çözünme olayını erime veya çözünen maddenin kaybolması olarak açıkladıkları, bütün çözeltilerin homojen olmadığını düşündüklerini görülmüştür. Ayrıca, basıncın katıların çözünürlüğünü etkileyeceğini düşündükleri tespit edilmiştir.

Eyceyurt Türk ve diğerleri (2014) tarafından fen bilgisi öğretmenlerinin iyonik ve moleküler çözünme konusundaki imajlarına yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada iç Anadolu bölgesinde 2011-2012 yılında okumakta olan 107 fen bilgisi öğretmen adayları örneklem olarak seçilmiştir. Veriler moleküler ve iyonik çözünme ile ilgili çizimler, çalışma yaprakları ve yarı yapılandırılmış görüşme ile toplanmıştır. Öğretmen adaylarının hiç birinde iyonik ve moleküler çözünme hakkında bilimsel olarak kabul edilen modele uygun tam doğru imaj olmadığını belirlenmiştir. Böylece, öğretmen adaylarının iyonik ve moleküler çözünme olaylarını tam olarak kavrayamadıkları ve yaptıkları çizimler sonucu zihinlerinde çözünme olayına dair doğru bilimsel imajlar oluşturamadıkları görülmüştür.

Kirman Bilgin ve diğerleri (2014) tarafından öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki alternatif kavramlarını belirlenmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada örneklem grubunu Fatih Eğitim Fakültesi fen bilimleri öğretmenliği 2.

Sınıfta öğrenim gören 134 öğretmen aday oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak açık uçlu sorular kullanılmıştır. Diğer çalışmalardan farklı olarak sorulan sorularda öğretmen adaylarından şiir, hikâye veya çizimlerden yararlanarak farklı maddelerin farklı çözümlerdeki çözünürlüğüne dair bildikleri yansımalarını istenmiştir. Araştırma sonucunda adayların bir takım kavram yanlışlarına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Örneğin, çözünme kavramı yerine erime, kaybolma, hapsolme ve çözünüp bitme gibi ifadeler kullanmışlardır. Çözünmenin kimyasal bir olay olduğunu ve resim çizimlerinde tanecikler arası boşlukları dikkate almadıkları ve elektrik ilettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca adaylar çözünenin çözücü içerisinde parçalanacağını düşünmüşlerdir.

Pınarbaşı, Canpolat, Bayrakçeken, Sözbilir ve Doymuş (2002) tarafından çözeltiler konusunda kavramları anlamaya yönelik bir çalışma yapılmıştır. Örneklem grubu olarak Atatürk üniversitesi fen bilgisi 2000-2001 yılında öğrenim görmekte olan 107 öğretmen adayı seçilmiştir. Adaylara çözeltiler konusunda geliştirilen kavram başarı testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlarda öğretmen adaylarının çözeltiler konusunda kavram yanlışlarına sahip oldukları ve çözeltiler konusundaki bilgilerini gerçek hayata uygulamakta güçlük çektiklerini belirlemişlerdir.

Tosun (2010) tarafından çözeltiler ve çözünürlük konusunda öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının giderilmesi üzerine probleme dayalı öğretim yönteminin etkisi araştırılmıştır. Araştırmada hem nicel hem de nitel olmak üzere karma yöntem yer verilmiştir. Örneklem grubu olarak Atatürk üniversitesinde 2009-2010 yıllarında öğrenim görmekte olan 84 birinci sınıf fen bilgisi öğretmen adayı seçilmiştir. Çalışmada hem nitel hem de nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Çözünürlük konusunda kavram yanlışlarını ortaya çıkartmak amacıyla kavram yanlışlığı testi ve mülakatlar ile veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda öğretmen adaylarının çözeltiler, çözünürlük ve etkileyen faktörler ile çözümlere çözünen maddenin eklenmesi durumunda, buhar basıncını veya donma noktalarını nasıl etkilediği konusunda kavram yanlışlarına sahip oldukları ve bu durumları açıklamakta zorlandıkları tespit edilmiştir.

Gödek (2004) tarafından fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna dair düşünceleri üzerine bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmada öğretmen adaylarının ifadeleri, açıklamaları ve çözünme konusundaki modelleri araştırılmıştır.

Örnekleme grubu olarak 103 fen bilimleri öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Araştırma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiş olup birinci aşamada 29 kitapta bulunan çözünme konusu ile ilgili konular açıklama, ifade ve model açısından incelenmiştir. İkinci aşamada ise öğretmen adaylarının çözünme, çözücü ve çözünen kavramları ile ilgili görüşleri ve çizimleri 8 adet açık uçlu soru ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, öğretmen adaylarında ve kitaplarda çözünmenin fiziksel değişim mi ya da kimyasal değişim mi olduğuna dair çelişkili düşüncelerin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının çözünme kavramına dair 8 farklı model oluşturdukları tespit edilmiştir.

Sevim (2007) tarafından çözeltiler ve kimyasal bağlar konusunun anlaşılma düzeyine dair kavramsal değişim yöntemin etkisi üzerine deneysel bir araştırma yapılmıştır. Örnekleme grubu olarak da Fatih Eğitim Fakültesi fen bilgisi öğretmenliği 1. Sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Veriler kavramsal değişim metinleri, bilimsel işlem testleri, kavram başarı testi, tutum ölçeği ve mülakatlar ile toplanmıştır. Testler ve benzeri çalışmaları istatistiksel programlar yoluyla, mülakatlar ve benzeri çalışmaları ise verilen cevaplara göre gruplandırılarak analiz edilmiştir. Sonuçlarda ise kavramsal değişim metodları ile yapılan uygulamaların geleneksel kimya öğretimine göre daha belirleyici olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler çözeltilerde karıştırma işlemleri ve toz haline getirme işlemleri tuzun sudaki çözünürlüğünü arttırabileceğini düşünmüşlerdir. Bu örnekte olduğu gibi günlük hayatta çayın karıştırıcı ile karıştırılmasında çözünmenin fazla olduğunu düşünmektedirler.

Avinç Akpınar(2010) tarafından çözeltiler konusu ve yapılandırmacı yaklaşım üzerine bir çalışma yapılmıştır. Örnekleme grubu olarak Atatürk üniversitesi 41 fen bilgisi öğretmen adayı ve 114 lise öğrencisini seçilmiştir. Veriler Kavram başarı testi, bilimsel süreç beceri testi, bilimin doğası testi, kimya tutum ölçeği ve mülakatlar ile toplanmıştır. Çözünürlük konusuna dair sonuçlar bazı öğrencilerin erime ve çözünme ifadelerini beraber kullandıkları göstermiştir. Ayrıca, öğrenciler tuzun su içerisinde kaybolacağını ve çözünen moleküllerininin çözücü molekülleri arasında kaybolduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler dibinde katısı bulunan çözeltileri aşırı doymuş olarak göstermişlerdir. Öğrenciler çözünme hızı ile çözünürlük kavramlarını ayırt edememektedirler. Dibinde katısı bulunan çözeltileri aşırı doymuş, temas yüzeyinin çözünen madde miktarını arttıracağını ve heterojen ile homojen karışımlar arasındaki

farkı anlamakta zorlandıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin tuzlu su çözeltilerine ait çizimlerinde tuzun iyonlarına ayrıştırıldığı, tuz iyonları ile su moleküllerini arasındaki yönelimi ve tuz iyonlarının su etrafında sarmalandığı belirlenmiştir. Bazı öğrenciler ise çözünen maddenin çözücüyü tuttuğunu açıklamışlardır.

Sınıf öğretmen adayları ile yürütülen çalışmalar sadece çözeltiler ve çözünürlük kavramları üzerine olmayıp bu çalışmalarda genelde birçok kimya kavramları ele alınmıştır. Örneğin, Uluçınar Sağır, Tekin Ve Karamustafaoğlu (2012) tarafından sınıf öğretmen adaylarının maddenin yapısı, çözünme ve çözeltiler, tepkime türleri ve kimyasal değişim türleri gibi kimya kavramlarını anlamaları üzerine bir araştırma yapılmıştır. İlgili araştırmada 2010-2011 öğretim yılında Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Programında öğrenim gören toplam 193 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Araştırmada örnek olayı tarama modeli kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak maddenin yapısı, çözünme ve çözeltiler, tepkime türleri ve kimyasal değişim türleri ile ilgili bir test kullanılmıştır. Ek olarak çözeltiler konusunda doymamış, doymuş ve aşırı doymuş kavramları ile günlük yaşamdaki kimyasal değişimler ile ilgili test soruları ve açık uçlu sorulara dair çizim gerektiren sorular kullanılmıştır. Test sorularına ilaveten öğretmen adayları ile yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler başarılı, orta ve düşük olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerde öğretmen adaylarının çözünme kavramı yerine erime kavramını kullandıkları tespit edilmiştir. Adayların tuz çözeltilerinin şeker çözeltilerine göre fiziksel çözünme yüzdesi düşük olarak elde edilmiştir. İyonik çözünme kavramının anlaşılmasında güçlük çektikleri belirlenmiştir. Tuz ve şekerli suya dair çizim ve açıklamalarda tuzun elementlerine ayrıştığını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları iyonik ve moleküler çözünme kavramlarını anlayamadıkları elde edilmiştir. Çözünme olayını model olarak göstermede çekingen davrandıkları belirlenen sonuçlar arasındadır. Ayrıca öğretmen adaylarının çözünmeye dair çizim yapamadıkları tespit edilmiştir.

Benzer şekilde, Demircioğlu, Demircioğlu ve Ayas (2004) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada sınıf öğretmenlerinin kimyanın bazı temel konularına dair kavram yanlışlıkları ve anlama düzeyleri araştırılmıştır. Araştırmada örneklem grubu olarak birinci ve dördüncü sınıf olmak üzere 200 sınıf öğretmen adayı örneklem olarak

seçilmiştir. Veri toplama aracı olarak 25 test sorusu, 18 çoktan seçmeli soru, 7 açık uçlu soru ve yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Araştırma bireylerin konulara dair bilgileri derinlemesine incelemek için örnek olay yöntem olarak kullanılmıştır. Araştırmada maddenin tanecikli yapısı, çözünme, fiziksel ve kimyasal değişimler, buharlaşma ile element, birleşik ve karışımlar ile ilgili 25 adet test soruları kullanılmıştır. Verilerin analizinde test soruları doğru yanlış, açık uçlu sorular ise anlama, kısmen anlama, kavram yanılgısı, anlamama ve boş olarak kategorize edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda şekerin suda çözünmesinin resimler ile çizilmesinde şeker moleküllerinin su molekülleri arasında kaybolduğunu ve bu yönde kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Birçok katılımcının su şeker çözeltilerinde suyun şeker moleküllerini sarmalamasını çizimlerinde göz ardı etmiş olup homojen olarak çizmişlerdir. Birçok aday karıştırma işlemleri ile şekerin daha çok çözüneceğini ifade etmiştir. Genel olarak şeker ve su moleküllerini tek nokta şeklinde çizmişlerdir. Öğretmen adaylarının tanecik boyutunda çizimlerinden yolu çıkılarak adayların mikroskopik boyutta anlamalarında eksiklikler olduğu ortaya konulmuştur. Bazı adaylar mürekkebin su içerisinde dağılmasına fiziksel değişme olduğunu ve mürekkebin yoğunluğunun suyun yoğunluğundan büyük olmasından dolayı yayıldığını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının çözünme kavramlarına yönelik eksikler olduğunu belirlemişlerdir.

Sınıf öğretmen adayları ile yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi Birinci-Konur ve Ayas (2008)'da sınıf öğretmenlerinin temel kimya kavramlarının anlaşılmasına yönelik bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada öğretmen adaylarının temel kimya kavramlarını ortaya çıkartmak amacıyla örnek olay yönteminden faydalanılmıştır. Araştırmada 2002-2003 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesinde bulunan 135 sınıf öğretmen adayı örnekleme olarak seçilmiştir. Veri toplama aracı olarak 14 sorudan oluşan bir test kullanılmıştır. Testte hem açık uçlu sorular hem de temel kimya kavramlarına yönelik açıklama gerektiren sorulardan oluşmuştur. Temel kimya kavramları ile ilgili olarak 15 aday ile görüşme yapılmıştır. Öğretmen adaylarının yanıtladıkları sorular anlama, kısmen anlama, yanlış ve cevapsız olarak gruplandırılmıştır. Öğretmen adaylarının çözünürlük ile ilgili sorularda gazların çözünürlüğünün sıcaklık artacağını veya değişmeyeceğini, bazı adayların katıların çözünürlüğünün basınç ile artacağını düşünerek kavram yanılgılarına sahip olduğunu

ortaya koymuştur. Karışımların özelliklerini bazen kaybetmediklerini ve karışımların bir araya belli miktarlarda geldiklerini belirtmişlerdir. Bazı adaylar çözeltilerin katı halde olamayacağını, bazıları ise katı halde olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca bazı adaylar çözeltiler homojen ve ya heterojen olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca metallerin su ile reaksiyon veremediklerini belirtmişlerdir.

Dindar, Bektaş ve Çelik (2010) tarafından yapılan çalışmada ise kimya öğretmen adayları ile çalışılmış olup sadece çözeltiler konusu değil madde, gazlar, çözeltiler, buhar basıncı ve kaynama noktası, kimyasal denge, asitler ve bazlar ve elektrokimya gibi temel kimya konuları üzerine öğretmen adaylarının anlama düzeyleri araştırılmıştır. Veriler Ankara'da bir üniversitede öğrenim gören altı kimya öğretmen adayı ile bire bire yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Tüm öğrenciler tuz ve şekerin çözünürlüğü ile ilgili doğru açıklama yaparak tuzun suda iyonik ve şekerin suda moleküler olarak çözüldüğünü belirtmişlerdir. Ancak, katılımcılardan şeker-su çözeltisi submikroskopik seviyede çizimleri istendiğinde doğru çizim yapamadıkları görülmüştür. Ayrıca, üç öğrenci basınç ve sıcaklığın gazların sıvılardaki çözünürlüğü etkilediğini belirtirken bu durumun nedenini açıklayamamışlardır.

Kalın (2008) tarafından ise farklı branşlardaki öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki kavram yanlışları ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada 2006-2007 yıllarında Balıkesir üniversitesi fen bilgisi, ilköğretim matematik, kimya ve bilgisayar teknolojileri olmak üzere 416 öğretmen adayı örneklem olarak seçilmiştir. Verilerin toplanmasında anket formları ve görüşme formlarını kullanmıştır. Veriler içerik analizi yöntemi ile sınıf veya bulunulan bölüme göre gruplandırılmıştır. Cevaplar doğru, kısmi kavram yanlışlığı, kavram yanlışlığı, cevapsız ve ilişkilendirememe şeklinde kategorize edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda öğrencilerin yoğunluk konusunda kavram yanlışlarının olduğu, çözeltiler konusunda kimya eğitimi alanlar hariç diğerlerinin yanlış kavrama sahip olduklarını belirtilmiştir. Öğrencilerin bir kısmında sıcaklık ve basınç ile ilgili yanlış kavramaların olduğu elde edilmiştir. Öğrenciler basıncın katıların çözünürlüğünü arttıracaklarını düşünmüşlerdir. Basınç ve sıcaklık artarsa katıların çözünürlüğü daha çok artabilir şeklinde ifadeler ile belirtmişlerdir. Doymamış, doymuş ve özellikle aşırı doymuş kavramlar ile seyreltik ve derişik kavramlarda kargaşa yaşadıkları tespit edilmiştir. Öğrenciler çizimlerinde

tanecikler arası mesafe dikkate almadan sembol ile göstermekte ve mikro düzeyde gösterememektedirler. Submikro düzeyde sorulan sorulara makro düzeyde cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerden verilen bir grafiği yorumlamalarında ve grafik hakkında bilgiler vermede kavram yanılgılarından ötürü zorluklar tespit edilmiştir.



3. BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde çalışmanın türü, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin analizi ve çalışmanın sınırlılıkları alt bölümler şeklinde verilmiştir.

3.1. Çalışmanın türü

Bu çalışma öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki kimyasal gösterim seviyelerinin ve anlama düzeylerinin belirlenmesine yönelik nitel bir araştırmadır. Araştırma deseni olarak ise öğretmen adaylarının anlama düzeylerinin derinlemesine bir şekilde incelenmesi nedeni ile durum çalışması tercih edilmiştir. Durum çalışmaları bir bireyin, programın, kurumun ya ortamın değerlendirilmesi ya da derinlemesine ve detaylı çalışılmasını kapsamaktadır (Marshall ve Rossman, 2006; Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu araştırmada incelenen durum kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki kimyasal gösterim seviyeleri ve anlama düzeyleridir.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu uygun örneklem yöntemiyle belirlenmiştir. Bu çalışmaya 2017-2018 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programının 3. ve 4. Sınıfında öğrenim gören 36 (25 kadın, 11 erkek) öğretmen adayı katılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Katılımcılara dair bilgiler

	Sınıf	Kadın	Erkek	Toplam
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	3	5	4	9
	4	6	5	11
Gazi Üniversitesi	3	8	2	10
	4	6	0	6

Toplam	25	11	36
--------	----	----	----

3.3. Veri Toplama Araçları

Öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki kimyasal gösterim seviyelerinin ve anlama düzeylerinin belirlenmesine yönelik araştırmacı tarafından boşluk doldurma, açıklama ve çizim gerektiren açık-uçlu sorulardan oluşan Çözünürlük ve Kimyasal Gösterim Testi hazırlanmıştır (EK 1). Test çözünme, çözelti çeşitleri (doymamış, doymuş ve aşırı doymuş), çözünürlük, çözünürlüğü etkileyen faktörler, grafik okuma, yorumlama ve çizme konularını kapsamaktadır. Test hazırlanırken bu konulara ait kimyasal gösterimlerin her üç seviyesinin değerlendirilmesine yönelik soruların yer alması planlanmıştır. Test iki bölümden oluşmaktadır. Testin birinci bölümü 24 boşluk doldurma sorusu içermektedir. Bu bölümde öğrencilerden bazı değişkenlerin çözelti ve çözünen kütleleri üzerindeki etkisini sorularda verilen ifadeleri artar, azalır ya değişmez şeklinde cevaplar vermeleri istenmiştir. Birinci bölüm çözünürlük konusunun makroskobik seviyesine hizmet etmektedir. Testin ikinci bölümü ise 3 grafik çizme ve yorumlama sorusu, 4 adet açık uçlu soru ve 8 adet tanecik boyutunda çizim ve açıklama gerektiren sorulardan oluşmaktadır. Bu bölümde çözünürlük konusunun makroskobik, submikroskobik ve sembolik seviyelerine dair sorular bulunmaktadır. Tablo 2’de testte yer alan sorular ve ilişkili oldukları kimyasal gösterim seviyeleri sunulmuştur.

Tablo 2. Kimyasal gösterim seviyelerine dair soruların dağılımı

Kimyasal gösterim seviyeleri	Sorular	
	Bölüm 1	Bölüm 2
Makroskobik	1-24	1, 2, 3, 4
Sembolik		9, 14, 15
Submikroskobik		5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13

Test geliştirme aşamasında öncelikle çözünürlük ve çözünürlüğe etki eden faktörler konusunda kimyasal gösterim seviyeleri dikkate alınarak kimya dersi öğretim programındaki kazanımlar incelenmiştir. Öğretim programında yer alan ilgili kazanımlar aşağıda verilmiştir.

10.2.1.2. Çözünme sürecini moleküler düzeyde açıklar.

- Tanecikler arası etkileşimlerden faydalanılarak çözünme açıklanır.

11.3.4. Çözünürlük

11.3.4.1. Çözeltileri çözünürlük kavramı temelinde sınıflandırır.

- Seyreltik, derişik, doygun, aşırı doygun ve doymamış çözeltiler kavramları üzerinde durulur.
- Çözünürlükler g/100 g su birimi cinsinden verilir.
- Çözünürlükle ilgili hesaplamalar yapılır.

11.3.5. Çözünürlüğe etki eden faktörler

11.3.5.1. Çözünürlüğün sıcaklık ve basınçla ilişkisini açıklar.

- Farklı tuzların sıcaklığa bağlı çözünürlük eğrilerinin yorumlanması sağlanır.
- Gazların çözünürlüklerinin basınç ve sıcaklıkla değişimi üzerinde durulur; çözünürlük eğrilerinin yorumlanması sağlanır.

Daha sonra alan yazındaki çözeltiler, çözünürlük, çözünürlüğü etkileyen faktörler ve kimyasal gösterimler ile ilgili çalışmalar incelenerek bu çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları incelenmiştir (Ayas ve Özmen, 2002; Balım ve Ormancı, 2012; Cardellini, 2012; Ceylan, 2008; Coll ve Treagust, 2002; Çalık ve Ayas, 2003; Coştu vd., 2007; Devetak vd., 2009; Gabel, 1999; Gilbert, 2010; Gültekin 2009; 2014; Kalın, 2008; Kozma, Chin, Russell ve Marx, 2000; Okumuş vd., 2014; Önder, 2006; Wu vd., 2001). Bu çalışmalardan esinlenerek tez danışmanı ile birlikte kimyanın temel gösterim seviyelerine dair anlama düzeylerini ortaya çıkaracak şekilde sorular tasarlanmaya başlanmış ve bir soru havuzu oluşturulmuştur. Testin birinci bölümdeki sorular araştırmacı ve tez danışmanı tarafından hazırlanmıştır. Alan yazındaki çözünürlüğü etkileyen faktörler konusunda submikroskobik seviyeye dair çalışmaların azlığından dolayı özellikle çizim sorularının hemen hemen hepsi yine araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Sembolik seviye ile ilgili grafik okuma, yorumlama ve çizme soruları hazırlanırken diğer araştırmalarda kullanılan sorulardan destek alınmıştır (örn. Gültekin, 2014). Bu çalışmalardaki grafik soruları aynen alınmayıp değişiklik yapılarak kullanılmıştır. Bu sorular dışındaki kalan sorular araştırmacı tarafından ve uzman danışman tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan test doktora eğitimini kimya eğitimi alanında tamamlamış üç uzmanın görüşüne sunulularak alınan dönütler doğrultusunda düzenlenerek son halini almıştır.

Testteki soruların açık uçlu olması, açıklama gerektirmesi ve bu cevapların çizim ile gösterilmesi uzun süre aldığı düşünüldüğünden ilk olarak test 2 öğretmen adayına uygulanarak testin cevaplanması için gerekli olan süre hesaplanmaya çalışılmıştır. Uygulama sonucunda testin iki aşamalı uygulanmasına karar verilmiştir. Her bir aşamanın uygulanması bir ders saati sürmüştür. Testin iki aşaması da katılımcıların öğrenim gördükleri dersliklerde belirli zaman aralıkları içerisinde uygulanmıştır. Uygulama öncesi öğretmen adayları araştırma konusunda bilgilendirilerek çalışmaya katılımın gönüllük esasına dayandığı belirtilmiştir. Testin aşamalarının uygulamaları arasında öğretmen adaylarının dinlenmeleri için zaman verilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. İçerik analizi doğrudan ulaşılamayacak durumlar hakkında nitel bilgi toplama yolları arasındadır. İçerik analizi ile verilerin içerisinde bulunan gerçekler tanınır, veriler derinlemesine incelenir ve ortaya çıkartılır. İçerik analizinde temel ortak paydası bulunan temel veriler derlenir ve temel bir kavram çerçevesi içerisinde sunulur. Bu sunum okuyucuların anlayabileceği bir şekilde tasarlanır. İçerik analizinin temelinde veriler kavramlar ile ilişkilendirilerek açıklanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu amaçla testte yer alan sorular öncelikle araştırma sorularına cevap verebilmek için makroskobik, sembolik ve submikroskobik seviyeler altında kategorize edilerek her bir soru için öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar incelenmiştir. İçerik analizi sırasında tümevarım ve tümdengelim yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Bazı sorular için yazılı cevaplar veya çizimler belirli ölçütler doğrultusunda doğru, kısmen doğru veya yanlış (Bölüm 2'deki 5., 6., 7., 8., 9.,10., 11., 12., 13. sorular) şeklinde kodlanırken bazı sorular için katılımcı cevaplarından kodlar ve kategoriler (Bölüm 2'deki 1., 2. ve 3. sorular) oluşturulmuştur. Ayrıca bazı sorularda (Bölüm 2' deki 14. ve 15.) grafik okuma ve yorumlamaya dair elde edilen cevaplar doğru ve yanlış cevap şeklinde kategorize edilerek kodlanmıştır. Son olarak, testin ikinci bölümde yer alan 4.soruya verilen cevaplar ise betimsel analiz yöntemiyle analiz edilerek sorudaki her bir seçeneği işaretleyen katılımcı sayıları belirlenmiştir. Her bir analize ait kodlamalar ve kategoriler

açıklamalarıyla birlikte bulgular kısmında verilmiştir. Tümdengelim yoluyla analiz edilen sorularda rastgele seçilen 5 öğretmen adayına ait cevaplar tez yazarı ve danışman tarafından ayrı ayrı kodlandıktan sonra bir araya gelerek karşılaştırma yapılmıştır. Kodlamalar arasında çok az farklılık olduğu görülmüş ve anlaşmazlık olan yerlerde tartışmalar sonucu ortak bir noktaya varılmıştır. Geri kalan öğretmen adaylarının cevapları araştırmacı tarafından kodlanmıştır. Tümevarım yoluyla analiz edilen sorularda ise her bir soru için rastgele seçilen 5 öğretmen adayının cevapları araştırmacı ve danışman ile birlikte incelenerek kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra araştırmacı geri kalan diğer verileri kodlamıştır. Ancak karşılaşılan herhangi bir ikilemde yine danışman tarafından kodlama açısından destek sağlanmıştır. Etik kurallar gereği çalışmanın bulguları sunulurken öğretmen adaylarının isimlerinin gizlenmesi için katılımcılar 1'den 36' ya kadar Ö1,Ö2,...,Ö36 şeklinde kodlanarak isimlendirilmiştir.

3.5. Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın konusu çözünürlük konusu ile sınırlıdır. Bu çalışma sadece Türkiye'de bulunan iki devlet üniversitesinin 3. ve 4. Sınıflarında öğrenim gören kimya öğretmen adayları ile yürütülmüştür.

4. BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Kimya Öğretmen Adaylarının Çözünürlük Konusuna İlişkin Makroskobik Boyutta Anlama Düzeyleri

Öğretmen adaylarına testin ikinci bölümündeki 1.soruda bir miktar tuzu bir kapta bulunan suyun içerisine attığınızda neler gözlemlersiniz sorusu yöneltilmiştir. Adayların bu soruya makroskobik seviyede cevap vermeleri ön görülmüştür. Fakat öğrencilerin cevapları incelediğinde cevapların makroskobik, submikroskobik veya sembolik seviyede olduğu görülmüştür. Bu durumdan dolayı cevaplar üç kategori altında toplanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Testteki 1. soruya ait bulgular – Tuz-su çözültisi

	Katılımcı sayısı	Kodlar	Katılımcı sayısı
Makroskobik Seviye	23	Dibe çökme	5
		Çözünme	7
		Homojen görünüm	2
		Renk değişimi	2
		Tat değişikliği	1
		Kaybolma	4
		Su miktarına bağlı olarak doymuş, doymamış veya aşırı doymuş çözültü oluşumu gözlenmesi	2
Submikroskobik Seviye	17	İyonlarına ayrışma	11
		Tuz iyonları arasındaki bağların kırılması	1
		Su moleküllerinin Na ⁺ ve Cl ⁻ iyonlarının etrafını sarması	5
Sembolik seviye	2	Çözünme olayının kimyasal	2

Tablo 3 incelendiğinde katılımcılar genel olarak makroskobik seviyede cevaplar vermenin yanı sıra submikroskobik ve sembolik seviyelerde de cevaplar vermişlerdir. Katılımcıların çoğunun (n=23) makroskobik seviyede açıklama yaptığı görülmektedir. Katılımcıların makroskobik seviyedeki açıklamalarında çözeltinin görünümü, rengi veya tadı ile ilgili bilgiler vermişlerdir. Bazı katılımcılar (n=5) suyun içerisine tuz atıldığında tuzun kabın dibine çökeceğini belirtirken, bazıları tuzun belli bir zaman içerisinde kaybolacağını (n=4), homojen bir görünüm (n=2) oluşacağını, renginin (n=2) veya tadının değişeceğini (n=1) belirtmişlerdir. Fiziksel değişimlerin dışında katılımcıların bazıları (n=7) makroskobik seviyede çoğunluklu olarak sadece tuzun suda çözüneceğini belirtmişlerdir fakat çözünmenin nasıl gözlemlendiğine dair bilgi vermemişlerdir. Örneğin Ö10 ve Ö11 kodlu katılımcılar sadece “*tuzun su içerisine atılması sonucunda çözünme olayının gerçekleşeceğini*” belirtmişlerdir. Ayrıca su miktarına bağlı olarak çözeltinin doymamış, doymuş ve aşırı doymuş olacağını gözlemlenebileceğini de belirten katılımcılar bulunmaktadır (n=2).

Adayların bu soruya makroskobik seviyede cevap vermeleri beklenirken bazı katılımcılar gözlemlenebilir durumlar dışında da açıklamalarda bulunmuştur. Katılımcıların bir kısmı submikroskobik seviyede (n=17) açıklama yaparken bir kısmı da sembolik seviyede (n=2) açıklamalarda bulunmuştur. Katılımcılar submikroskobik seviyedeki açıklamalarında tuzun iyonlarına ayrışması (n=11), bağların kırılması (n=1) veya su moleküllerinin tuza ait iyonları sarması (n=5) olaylarına değinmişlerdir. Örneğin Ö12 “*tuzun iyonlarına ayrışarak çözünmesini gözlemlerim. NaCl tuzu Na⁺ ve Cl⁻ iyonu olarak çözünür.*” şeklinde ifade etmiştir. Bir başka katılımcı (Ö34) ‘da “*NaCl tuzu Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarına ayrışarak çözünür. Na⁺ iyonlarının etrafını su molekülleri sarar. Cl⁻ iyonlarının etrafını su molekülleri sarar.*” Şeklinde açıklamada bulunmuştur.

Yukarıdaki açıklamaların dışında öğretmen adaylarından bazıları (n=2) gözlemlenebilir olaylar yerine soruya verdikleri cevaplarda tuzun su içerisinde iyonlarına ayrışarak çözünmesini kimyasal eşitlik olarak sembolik seviyede göstermişlerdir. Örneğin Ö15 nolu katılımcı “*NaCl + H₂O → Na_(aq)⁺ + Cl_(aq)⁻, iyonlarına ayrışarak çözünür*” şeklinde ifade etmiştir.

Tuzun suda çözünmesine benzer olarak testin ikinci bölümündeki 2.sorusunda öğretmen adaylarına ayrıca bir miktar şekeri bir kapta bulunan suyun içerisine attığımızda neler gözlemlersiniz sorusu da yöneltilmiştir. Adayların bu soruya da makroskobik seviyede cevap vermeleri ön görülmüştür. Katılımcıların cevapları incelendiğinde genel olarak makroskobik seviyede (n=23) cevaplar verilmesinin yanı sıra submikroskobik (n=16) ve sembolik seviyede (n=1) de cevaplar verildiği görülmüştür (Tablo 4).

Tablo 4. Testeki 1. Soruya ait bulgular – şeker-su çözeltisi

Kategoriler	Katılımcı sayısı	Kodlar	Katılımcı sayısı
Makroskobik Seviye	23	Dibe çökme	3
		Çözünme	5
		Homojen görünüm	3
		Renk değişimi	2
		Tat değişimi	1
		Kaybolma	6
		Doğunluğa ulaştıktan sonra dibe çökme	1
Submikroskobik Seviye	16	Su miktarına bağlı olarak doymuş, doymamış, ya aşırı doymuş çözelti oluşumu gözlenmesi	2
		Moleküler çözünme	16
Sembolik seviye	1	Çözünme olayının kimyasal eşitlikle gösterilmesi	1

Tablo 4 incelendiğinde katılımcıların makroskobik seviyedeki açıklamalarında tuz çözeltisinde olduğu gibi şeker çözeltisi için de çözeltinin görünümü, rengi veya tadı ile ilgili bilgiler vermişlerdir. Makroskobik seviyede açıklama olarak bazı katılımcılar

(n=3) suyun içerisine şeker atıldığında şekerin kabın dibine çökeceğini belirtirken bazıları şekerin belli bir zaman içerisinde kaybolacağını (n=6) veya homojen bir görünüm oluşacağını belirtmiştir (n=3). Bunların dışında bazı katılımcılar da çözeltilerde renk değişimi olacağını (n=2) veya çözeltinin tadında değişiklik olacağını (n=1) ifade etmişlerdir. Ayrıca su miktarına bağlı olarak zamanla çözeltinin doymamış, doymuş veya aşırı doymuş olacağını gözlemlenebileceğini de belirten öğretmen adayları da vardır (n=2).

Tuz çözeltisinde olduğu gibi şeker çözeltisi için de bazı katılımcılar gözlemlenebilir durumlar dışında da açıklamalarda bulunmuştur. 16 öğretmen adayı şeker suya atıldığında ne gözlemlersiniz diye sorulduğunda şekerin suda moleküller olarak çözüneceğini ifade ederek submikroskobik seviyede bir açıklama yapmışlardır. Örneğin, Ö20 kodlu öğretmen adayı ilgili soruya “şekerin suda moleküller olarak çözünmesini beklerim” şeklinde cevap vermiştir. Ö15 kodlu bir katılımcı ise ifadesinde sembolik seviyeyi de kullanarak submikroskobik ve sembolik seviyede şu şekilde bir açıklama yapmıştır: “ $C_6H_{12}O_{6(k)} \longrightarrow C_6H_{12}O_{6(aq)}$ moleküller olarak çözünür”.

Öğretmen adaylarına testin ikinci bölümündeki 3.soruda dibinde bir miktar tuz katısı bulunan bir çözeltiliye ait resim sunularak onlara neyi ifade ettiğini açıklamaları istenmiştir. Adayların vermiş oldukları cevaplar doğru ve yanlış cevap olarak kategorize edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Testteki 3.soruya ait bulgular

Kategori	Katılımcı sayısı	Kodlar	Katılımcı sayısı
Doğru cevap	17	Doymuş(doygun) çözelti	6
		Sadece doymuş çözeltilidir açıklamasında bulunan	4
		Suyun az olmasından ya tuzun çok olmasından dolayı dipte katı birikimi çökme olması	7
Yanlış cevap	18	Aşırı doymuş çözelti	17

Doymuş veya aşırı doymuş çözelti	1
Yanıtsız	1

Tablo 5 incelendiğinde katılımcıların yarısına yakını doğru cevap (n=17) verirken diğer katılımcıların yanlış cevap (n=18) verdiği görülmektedir. Doğru cevap veren katılımcıların çoğu (n=10) çözeltinin doymuş olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu kişilerin çoğunluğu (n=6) ise kabın dibinde katı bulunduğundan dolayı çözeltinin doymuş çözelti olduğunu ifade etmişlerdir. Örneğin, Ö4 kodlu katılımcı “*tuz suda çözünmüş ve doygunluğa ulaştıktan sonra suyun altında birikmiş.*” Şeklinde ifade etmiştir.

Diğer katılımcılar (n=7) çözeltiyi doymuş olarak adlandırmamış olsalar da suyun az olduğunu veya tuzun fazla olduğunu belirterek bir kısım tuzun çözünemediğini ve dibe çöktüğünü belirterek doğru açıklamışlardır. Örneğin, Ö16 kodlu katılımcı cevabında “*200 ml su tuzu çözmemiştir. Yani su miktarı azdır.*” ifadelerini kullanmıştır.

Yanlış cevap veren katılımcıların tamamına yakını (n=18) kabın dibinde katı bulunduğunu veya çökme olduğunu belirterek çözeltinin aşırı doymuş olduğunu ifade ederken bir kişi (Ö7) ilgili durumu ya doymuş ya da aşırı doymuş olabileceğini belirtmiştir. Örneğin Ö15 kodlu katılımcı “*aşırı doymuş çözelti olduğu için katı diptedir. NaCl katısı 200 mL de çözündüğü kadar çözünmüştür. Fazlası dibe çökmüştür*” şeklinde açıklama yapmıştır. Benzer şekilde Ö9 kodlu katılımcı da dibinde katısı bulunan çözeltiye dair görüşünü “*200 ml su çözebileceği kadar tuzu çözmüş geri kalanı dibe çökmüştür. Dolayısıyla aşırı doymuştur*” olarak açıklamıştır.

Testin birinci bölümünde yer alan boşluk doldurma sorularında öğretmen adaylarına doymamış ve doymuş NaCl-su çözeltilerine yapılan etkiler sonucunda çözelti kütlesi ve çözünen madde miktarının nasıl değişeceği sorulmuştur. Veri analizi sonucunda Tablo 6 ve Tablo 7’deki bulgular elde edilmiştir.

Tablo 6. Testin 1. bölümündeki sorulara ait bulgular- Doymamış NaCl-su çözeltisine ait bulgular

		Artar	Azalı	Değişmez
Tuz ilave edilmesi	Çözelti kütlesi	30*	1	5
	Çözünen madde miktarı	36*	0	0
Su ilave edilmesi	Çözelti kütlesi	30*	3	3
	Çözünen madde miktarı	10	10	16*
Sabit sıcaklıkta su buharlaştırıldığında	Çözelti kütlesi	0	34*	2
	Çözünen madde miktarı	7	8	21*
Çözeltinin yarısı döküldüğünde	Çözelti kütlesi	0	32*	4
	Çözünen madde miktarı	1	11*	24
Isıtıldığında	Çözelti kütlesi	2	4	30*
	Çözünen madde miktarı	17	3	16*
Karıştırıldığında	Çözelti kütlesi	4	0	32*
	Çözünen madde miktarı	15	0	21*

* Doğru cevap

Tablo 6 incelendiğinde katılımcıların çoğu doymamış NaCl-su çözeltisine tuz ilave edilirse çözeltininin kütlesinin ve çözünen madde miktarının artacağını doğru bir şekilde belirtmişlerdir. Su ilave edildiğinde ise yine çoğunluk çözelti kütlesinin artacağını belirtmesine rağmen katılımcıların yarısına yakını (n=16) çözünen madde miktarının değişmeyeceğini ifade ederek doğru cevap vermişlerdir. Katılımcıların yarısından fazlasının ise doymamış NaCl-su çözeltisine su ilave edildiğinde çözünen madde miktarının ya azalacağı (n=10) ya da artacağı (n=10) yönünde yanlış düşünceye sahip olduğu görülmüştür. Sabit sıcaklıkta doymamış NaCl-su çözeltisinden su buharlaştırıldığında katılımcıların tamamına yakını (n=34) çözelti kütlesinin azalacağını doğru olarak ifade ederken katılımcıların yarısına yakını çözünen madde miktarının ya artacağı (n=7) ya da azalacağı (n=8) yönünde yanlış cevap vermişlerdir. Diğer

katılımcılar (n=21) ise çözünen madde miktarının değişmeyeceği yönünde doğru görüş bildirmişlerdir.

Doymamış NaCl-su çözeltisinin yarısı döküldüğünde katılımcıların çoğu (n=32) çözelti kütlesinin azalacağını doğru bir şekilde belirtirken katılımcıların yarısından fazlası (n=24) çözünen madde miktarının değişmeyeceği yönünde yanlış cevap vermişlerdir.

Doymamış NaCl-su çözeltisi ısıtıldığında katılımcıların çoğu (n=30) çözelti kütlesinin değişmeyeceği yönünde doğru düşünceye sahip iken yarısından fazlası çözünen madde miktarının artacağını (n=17) ya da azalacağını (n=3) ifade ederek yanlış cevap vermişlerdir.

Doymamış NaCl-su çözeltisi karıştırıldığında katılımcıların çoğu çözeltinin kütlesinin (n=32) ve çözünen madde miktarının (n=21) değişmeyeceğini belirtmesine rağmen yarısına yakını (n=15) çözünen madde miktarının artacağını ifade ederek yanlış cevap vermişlerdir.

Tablo 7. Testin 1. Bölümündeki sorulara ait bulgular - Doymuş NaCl-su çözeltisine ait bulgular

		Artar	Azalı	Değişmez
Tuz ilave edilmesi	Çözelti kütlesi	24	1	11*
	Çözünen madde miktarı	6	4	26*
Su ilave edilmesi	Çözelti kütlesi	28*	1	7
	Çözünen madde miktarı	16	1	19*
Sabit sıcaklıkta su buharlaştırıldığında	Çözelti kütlesi	2	31*	3
	Çözünen madde miktarı	3	24*	9
Çözeltinin yarısı döküldüğünde	Çözelti kütlesi	1	6*	29
	Çözünen madde miktarı	1	10*	25
Isıtıldığında	Çözelti kütlesi	7	3	26*
	Çözünen madde miktarı	19	3	14*

Karıştırıldığında	Çözelti kütlesi	2	0	34*
	Çözünen madde miktarı	8	0	28*

* Doğru cevap

Tablo 7 incelendiğinde katılımcıların bazıları (n=11) doymuş NaCl-su çözeltisine tuz ilave edilirse çözeltininin kütlelerinin değişmeyeceği doğru bir şekilde belirtirken katılımcıların çoğunluğunun (n=24) çözelti kütlesinin artacağını yönünde yanlış görüşe sahip olduğu görülmüştür. Doymuş NaCl-su çözeltisine tuz ilave edildiğinde çözünen madde miktarının ne olacağına dair ise katılımcıların çoğu (n=26) çözünen madde miktarının değişmeyeceğini doğru bir şekilde ifade ederken bazı katılımcılar artacağı (n=6) ya da azalacağı (n=4) yönünde yanlış cevap vermişlerdir. Su ilave edildiğinde ise katılımcıların çoğunluğu (n=28) çözelti kütlesinin artacağını belirtmesine rağmen katılımcıların yarısına yakını (n=16) çözünen madde miktarının artacağını ifade ederek yanlış cevap vermişlerdir.

Sabit sıcaklıkta doymuş NaCl-su çözeltisinden su buharlaştırıldığında katılımcıların tamamına yakını (n=31) çözelti kütlesinin azalacağı ve katılımcıların çoğunluğu çözünen madde miktarının azalacağı (n=24) yönünde doğru cevap vermişlerdir. Bazı katılımcılar ise (n=9) çözünen madde miktarının değişmeyeceği yönünde yanlış görüş bildirmişlerdir.

Doymuş NaCl-su çözeltisinin yarısı döküldüğünde katılımcıların çoğu çözelti kütlesinin (n=29) ve çözünen madde miktarının (n=25) değişmeyeceğini belirterek yanlış cevap vermişlerdir.

Doymuş NaCl-su çözeltisi ısıtıldığında katılımcıların çoğu (n=26) çözelti kütlesinin değişmeyeceği yönünde doğru düşünceye sahip iken yarısından fazlası çözünen madde miktarının artacağını (n=19) ya da azalacağını (n=3) ifade ederek yanlış cevap vermişlerdir.

Doymuş NaCl-su çözeltisi karıştırıldığında katılımcıların çoğu çözeltinin kütlesinin (n=34) ve çözünen madde miktarının (n=28) değişmeyeceğini ifade ederek doğru cevap vermişlerdir. Bazı katılımcıların (n=8) ise çözelti karıştırıldığında çözünen madde miktarının artacağı yönünde yanlış görüşe sahip oldukları görülmüştür.

Öğretmen adaylarına testin ikinci bölümünde yer alan 4.soruda aşağıda belirtilen durumlardan hangi ya da hangilerinin bir katının sudaki çözünürlüğünü etkileyebileceği sorulmuştur. Ayrıca katılımcıların birden fazla işaretleme yapabilecekleri belirtilmiştir.

- ✓ *Çözeltiliyi Karıştırmak*
- ✓ *Katıyı Toz Haline Getirmek*
- ✓ *Su Miktarını Arttırmak*
- ✓ *Sıcaklığını Değiştirmek*
- ✓ *Basıncı Değiştirmek*
- ✓ *Katı Miktarını Değiştirmek*

Bu soruda öğretmen adaylarından doğru cevap olarak sadece sıcaklığı değiştirmenin katıların çözünürlüğünü etkilediğini belirtmeleri beklenirken, diğer değişkenlerin de katıların çözünürlüğüne etki ettiklerini düşündükleri görülmüştür (Tablo 8).

Tablo 8. *Testteki 4. Soruya ait bulgular*

	Katılımcı sayısı
Çözeltiliyi Karıştırmak	24
Katıyı Toz Haline Getirmek	24
Su Miktarını Arttırmak	19
Sıcaklığını Değiştirmek	33
Basıncı Değiştirmek	16
Katı Miktarını Değiştirmek	11

Tablo 8’de görüldüğü gibi katılımcıların çoğunun (n=33) sıcaklığı değiştirmenin katıların çözünürlüğünü etkileyeceğini doğru düşünmelerinin yanı sıra katılımcıların yarısından çoğunun çözeltiliyi karıştırma (n=24), katıyı toz haline getirme işlemlerinin (n=24) ve su miktarının artırılmasının (n=19) bir katının sudaki çözünürlüğünü etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca bazı katılımcıların da basıncın (n=16) ve katı miktarının (n=11) değiştirilmesinin de katıların çözünürlüğünü etkilediğini düşündükleri belirlenmiştir.

4.2. Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin sembolik boyutta anlama düzeyleri

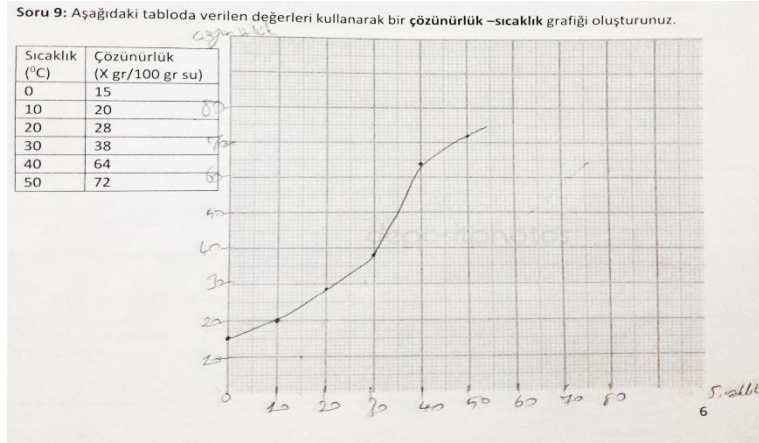
Öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna dair sembolik seviyedeki gösterim düzeylerini belirlemek amacı ile testin ikinci bölümündeki 9.soruda katılımcılardan verilen değerleri kullanarak bir çözünürlük–sıcaklık grafiği çizmeleri istenmiştir. Veri olarak bir tabloda sıcaklık ve buna bağlı olarak artan çözünürlük değerleri verilmiştir. Öğretmen adayların yaptıkları grafik çizimleri doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak kodlanmıştır (Tablo 9).

Tablo 9. Testteki 9. soruya ait bulgular

	Açıklama	Katılımcı sayısı
Doğru çizim	<ul style="list-style-type: none"> • X ve Y eksenlerini doğru belirleme • Birim aralıkları doğru belirleme • X ve Y eksenlerinin kesişim noktalarının birleştirilmesi 	15
Kısmen doğru çizim	<ul style="list-style-type: none"> • Doğru çizime ait açıklamalardan en az bir tanesinin yanlış gösterilmesi/belirlenmesi 	12
Yanlış çizim	<ul style="list-style-type: none"> • X ve Y eksenlerini doğru belirleyememe • Birim aralıklarını doğru belirleyememe. 	9

Katılımcıların çoğu doğru (n=15) veya kısmen doğru (n=12) grafikler çizerken bir kısmı (n=9) da yanlış grafikler çizmiştir. Doğru çizim yapan katılımcılar grafiklerinde sıcaklık değerlerini x ekseninde, çözünürlük değerlerini y ekseninde göstermişlerdir. Ayrıca grafik üzerinde belirttikleri sıcaklık ve çözünürlük değerlerine ait birim aralıkları eşit ve orantılı olarak göstererek ilgili sıcaklık ve çözünürlük değerleri doğru bir şekilde grafik üzerinde keşştirerek düzgün bir grafik çizmişlerdir. Örneğin, Ö26 kodlu katılımcının yaptığı çizim aşağıda gösterilmiştir.

Şekil 2. Ö26 kodlu katılımcıya ait grafik çizimi



Çizilen grafik incelendiğinde öğretmen adayı X ekseninde sıcaklık, Y ekseninde çözünürlük değişkenlerini gösterdiği görülmektedir. Ayrıca, soruda verilen değerleri birim aralıklarına uygun olarak çizmiş ve X-Y eksenlerini doğru bir şekilde kesmiştir.

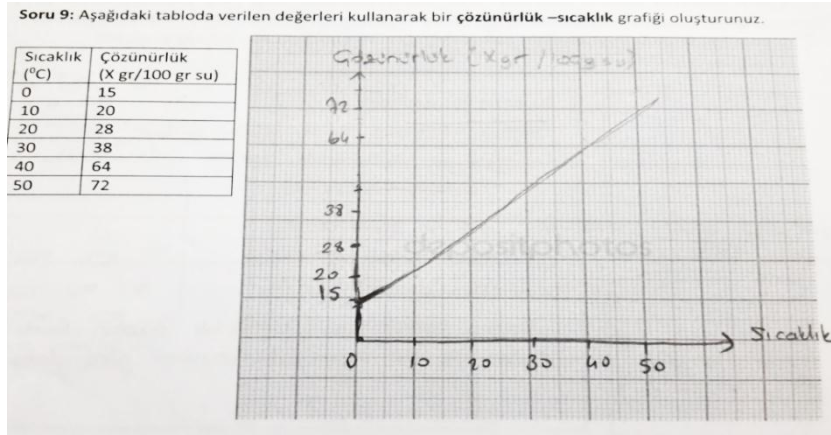
Kısmen doğru çizim yapan katılımcılar ise grafikte belirledikleri noktaları doğru keşistirmelerine rağmen ya sadece x ve y eksenlerini doğru olarak belirlemişlerdir ya da sadece birim aralıkları orantılı şekilde göstermişlerdir. Öğretmen adaylarının kısmen doğru çizimlerinde nerelerde eksiklik ve yanlışlık olduğu Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10. Kısmen doğru grafik çizimi yapanlara ait bulgular

	Açıklama	Katılımcı sayısı
Kısmen doğru çizim	X ve Y eksenlerinin doğru belirlenmemesi/gösterilememesi	2
	Birim aralıkları doğru belirleyememe	10

Tablo 10 incelendiğinde x ve y eksenlerini doğru belirlemelerine rağmen bazı katılımcıların (n=10) grafikteki birim aralıkların eşit olmasını veya orantılı olmasını göz önünde bulundurmadıkları belirlenmiştir. Bu katılımcıların çoğunluğu soruda verilen sıcaklık ve çözünürlük değerlerini belli birim aralıklara ayırmadan direkt olarak x ve y eksenlerinde göstermişlerdir. Ö2 kodlu katılımcının grafik çizim örneği aşağıda verilmiştir.

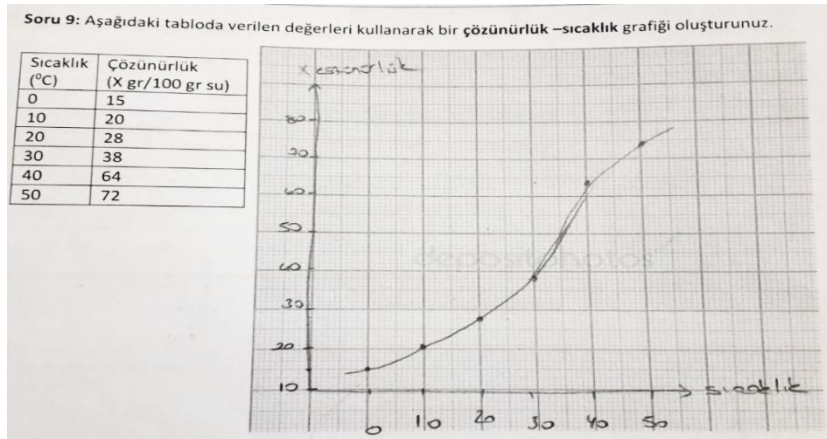
Şekil 3. Ö2 kodlu katılımcıya ait grafik çizimi



Yapılan grafik çizimi incelendiğinde öğretmen adayının X ekseninde sıcaklık, Y ekseninde ise çözünürlük değişkenini doğru bir şekilde belirttiği görülmektedir. Fakat bu öğretmen adayı soruda verilen çözünürlük değerlerini birim aralıkları göz önünde bulundurmadan çizime dahil etmiştir.

Kısmen doğru çizim yapan bazı katılımcılar ise grafikte sıfır noktasını yanlış göstermiştir. Ö29 kodlu katılımcının grafik çizim örneği aşağıda gösterilmiştir.

Şekil 4. Ö29 kodlu katılımcıya ait grafik çizimi

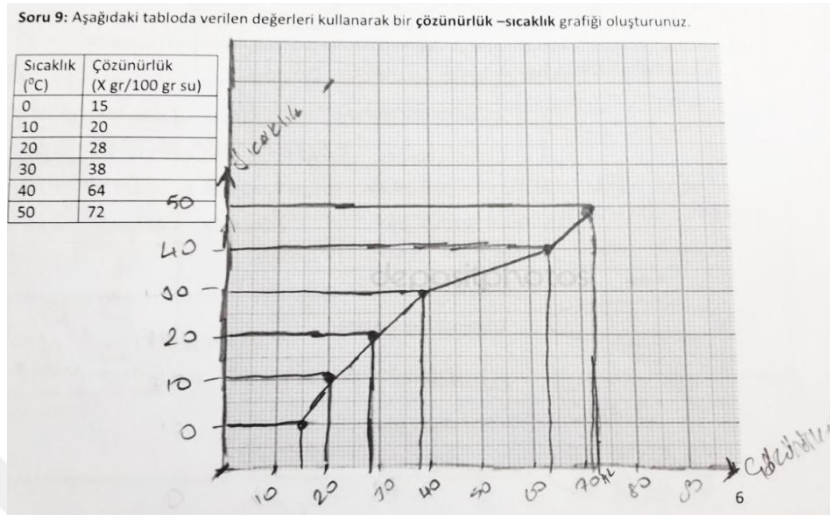


Yukarıdaki grafik çizimi incelendiğinde X ekseninde sıcaklık, Y ekseninde çözünürlük değişkeni ve değerleri gösterildiği fakat sıfır noktasının yanlış belirlendiği görülmektedir.

Kısmen doğru çizim yapan iki öğretmen adayı ise çizdikleri grafiklerde birim aralıkları eşit ve orantılı olarak göstermelerine rağmen x ve y eksenlerinde yanlış

değişkenleri belirtmişlerdir. Ö9 kodlu katılımcının çizmiş olduğu grafik aşağıda gösterilmiştir.

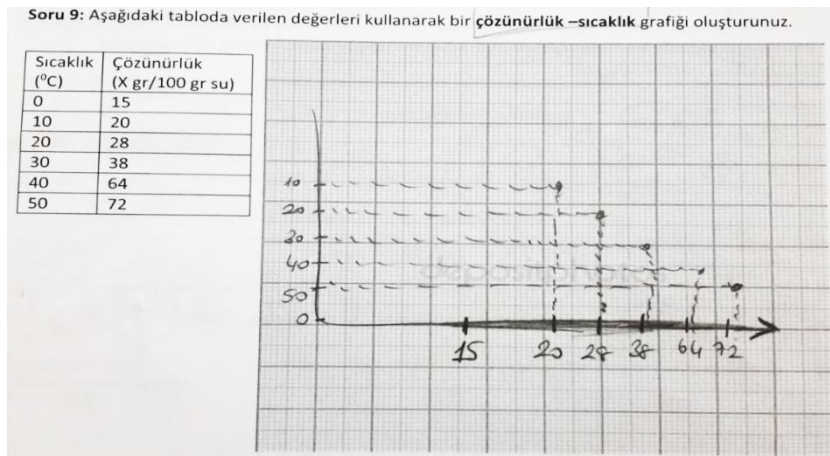
Şekil 5. Ö9 kodlu kaatılımcıya ait grafik çizimi



Yapılan grafik çizimi incelendiğinde öğretmen adayının X ekseninde çözünürlük, Y ekseninde ise sıcaklık değişkeni ve değerlerini gösterdiği görülmektedir.

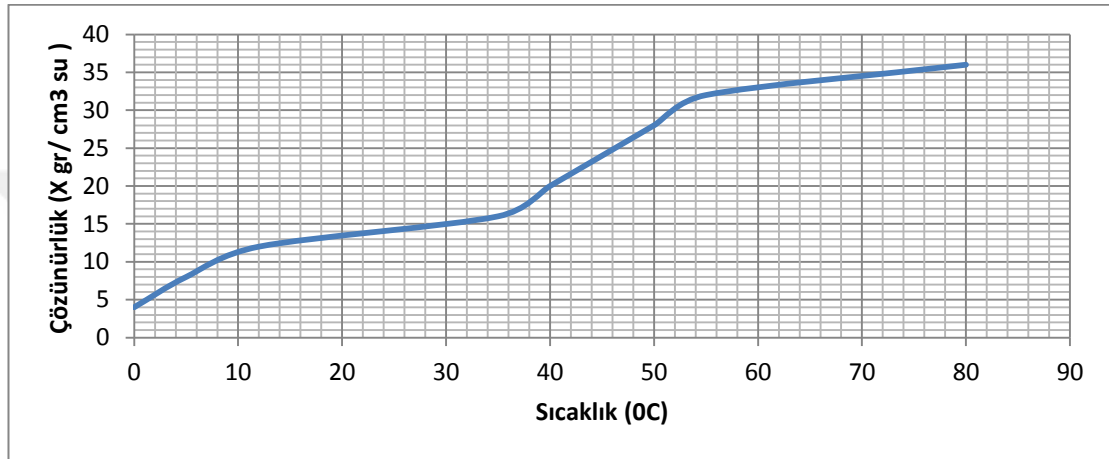
9 katılımcının çizmiş olduğu grafiklerde ise hem x ve y eksenlerinde yanlış değişkenler belirtildiği için hem de birim aralıkları dikkate alınmadığı için yanlış çizim olarak değerlendirilmiştir (Tablo 9). Örneğin, Ö29 kodlu katılımcıya ait grafik çizimi aşağıdaki gibidir.

Şekil 6. Ö29 kodlu katılımcıya ait grafik çizimi



Yukarıdaki grafik çizimi incelendiğinde öğretmen adayının X ekseninde çözünürlük, Y ekseninde sıcaklık değerlerini gösterdiği görülmektedir. Ayrıca birim aralıkları ve 0°C sıcaklık değerine ait çözünürlük değerini gösteremediği görülmektedir.

Testin ikinci bölümünde yer alan 14.soru da öğretmen adaylarına sembolik boyutta grafik okuma, yorumlama ve grafiğe göre matematiksel işlem yapma düzeylerini ölçmek amacıyla aşağıdaki 4 seçenekli bir soru sorulmuştur.



- Yukarıdaki grafiğe göre, 20 °C' de 250 gram suda kaç gram X katısı çözünür?
- Yukarıdaki grafiğe göre, 30 °C' de 400 gram suda 40 gram X katısı çözülerek hazırlanan çözeltiyi doymuş hale getirmek için kaç gram daha X katısı eklenmelidir?
- Yukarıdaki grafiğe göre, 70°C' de 300 gram su ile hazırlanan X çözeltisi 30 °C' ye soğutulduğunda kaç gram X katısı çöker?
- Yukarıdaki grafiğe göre, 0 °C' de 20 gram X katısı çözmek için en az kaç gram su gerekir?

Öğretmen adaylarının her bir soruya verdikleri cevaplar analiz edildiğinde doğru ve yanlış cevap olarak kodlanmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. *Testteki 14. Soruya ait bulgular*

	a	b	c	d
Doğru cevap	28	27	21	23
Yanlış cevap	5	5	12	9
Boş	3	4	3	4

Elde edilen sonuçlardan öğretmen adaylarının çoğunluğunun sorulara doğru cevaplar verdikleri görülerek grafik okuma ve matematiksel orantılar kurmada başarılı oldukları ortaya konulmuştur. Sorulara yanlış cevap veren öğretmen adaylarının ise soru çözümlerinde matematiksel işlem hataları yaptıkları, grafikteki değerleri hatalı okudukları, hatalı çözücü miktarları üzerinden işlem yaptıkları veya orantı kuramadıkları belirlenmiştir.

Bazı öğretmen adayları (n=2) işlemlerinde çözücü (su) miktarı ile işlem yapması gerekirken bunun yerine grafikte verilen sıcaklık değeri ile işlem yapmıştır. Örneğin, Ö7 kodlu katılımcının sorulara verdiği cevaplar aşağıda verilmiştir.

Şekil 7. Ö7 kodlu katılımcının sorulara verdiği cevaplar

a) Yukarıdaki grafiğe göre, 20 °C' de 250 gram suda kaç gram X katısı çözünür?

$$\begin{array}{r} 20 \quad 14 \\ -X \quad 250 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{14x}{14} = \frac{20 \cdot 250}{14} \quad x = 357$$

b) Yukarıdaki grafiğe göre, 30 °C' de 400 gram suda 40 gram X katısı çözülerek hazırlanan çözeltiyi doymuş hale getirmek için kaç gram daha X katısı eklenmelidir?

$$\begin{array}{r} 30 \quad 15 \\ X \quad 400 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{15x}{15} = \frac{30 \cdot 400}{15} \quad x = 800$$

c) Yukarıdaki grafiğe göre, 70°' de 300 gram su ile hazırlanan X çözeltisi 30 °C' ye soğutulduğunda kaç gram X katısı çöker?

$$\begin{array}{r} 70 \quad 35 \\ 300 \quad X \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{35x}{35} = \frac{70 \cdot 300}{35} \quad x = 600$$

Öğretmen adaylarının bir kısmı (n=7) ise grafikteki değerleri tam olarak doğru okuyamadıkları için işlemlerinde orantı kurmada yanlışlıklar yapmıştır.

Şekil 8. Ö4 kodlu katılımcının a ve d şıklarındaki soruya verdiği cevaplar aşağıda verilmiştir

a) Yukarıdaki grafiğe göre, 20 °C' de 250 gram suda kaç gram X katısı çözünür?

$$\begin{array}{r} 100 \quad 12 \\ 250 \quad 14 \\ \hline \end{array}$$

$$x = 308$$

d) Yukarıdaki grafiğe göre, 0 °C' de 20 gram X katısı çözmek için en az kaç gram su gerekir?

$$\begin{array}{r} 100 \quad 54 \\ + \quad 275 \\ \hline \end{array}$$

$$x = 600$$

Ayrıca bir kaç öğretmen adayının (n=8) ise iki orantı kurulması gereken c şikkındaki soruda ikinci orantıyı kuramadıkları görülmüştür. Ö10 kodlu katılımcının soruya verdiği cevap aşağıda verilmiştir.

Şekil 9. Ö10 kodlu katılımcının c şikkına verdiği cevaplar

c) Yukarıdaki grafiğe göre, 70°C' de 300 gram su ile hazırlanan X çözeltisi 30°C' ye soğutulduğunda kaç gram X katısı çöker?

100 gram su 36,5 gram X
300 gram su X

$X = 103,5$ gram X çözeltisi kullanılabilir / 30°C de 15 gram çökerse
88,5 gram X katısı çöker

Yanlış cevap veren bazı öğretmen adaylarının (n=3) ise soruları çözerken matematiksel işlem hataları yaptıkları belirlenmiştir. Ö24 kodlu katılımcının c şikkındaki soruda yaptığı işlem hatası aşağıda verilmiştir.

Şekil 10. Ö24 kodlu katılımcının c şikkındaki soruda işlem hatası

c) Yukarıdaki grafiğe göre, 70°C' de 300 gram su ile hazırlanan X çözeltisi 30°C' ye soğutulduğunda kaç gram X katısı çöker?

100 g suda 35 g X
300 g suda X

$\frac{300 \times 35}{100} = 137,5$

100 g suda 15 g ise
300 g suda X

$\frac{300 \times 15}{100} = 45g$

$137,5 - 45g = 92,5g$ X çöker

Bir öğretmen adayının (Ö15) ise soru çözümünde kurduğu orantılarda ele aldığı çözelti miktarlarının hatalı olduğu görülmüştür. Bu katılımcının sorulara verdiği cevaplar aşağıda verilmiştir.

Şekil 11. Ö15 kodlu katılımcının verdiği cevaplar

a) Yukarıdaki grafiğe göre, 20 °C' de 250 gram suda kaç gram X katısı çözünür?

$$\frac{250 \text{ g}}{100} \quad \frac{14 \text{ g}}{x}$$

$$x = 5,6 \text{ g X katısı çözünür.}$$

b) Yukarıdaki grafiğe göre, 30 °C' de 400 gram suda 40 gram X katısı çözülerek hazırlanan çözeltiyi doymuş hale getirmek için kaç gram daha X katısı eklenmelidir?

$$\frac{400}{100} \quad \frac{40}{x}$$

$$x = 9,09$$

$$15 - 9,09 = 5,91 \text{ X katısı eklenmelidir.}$$

c) Yukarıdaki grafiğe göre, 70°C' de 300 gram su ile hazırlanan X çözeltisi 30 °C' ye soğutulduğunda kaç gram X katısı çöker?

$$\frac{300 \text{ g}}{100} \quad \frac{35 \text{ g}}{x}$$

$$x = 1,16 \text{ g ile hazırlanmıştır.}$$

$$\frac{300}{100} \quad \frac{15}{x}$$

$$y = 0,5 \text{ g}$$

$$\Rightarrow 1,16 + 0,5 = 1,66 \text{ g çöker.}$$

d) Yukarıdaki grafiğe göre, 0 °C' de 20 gram X katısı çözmek için en az kaç gram su gerekir?

$$\frac{100}{x} \quad \frac{4}{20}$$

$$x = 50 \text{ g su gerekir.}$$

11

Testin ikinci bölümünde yer alan 15.soruda X ve Y maddelerinin Çözünürlük–Sıcaklık grafiği verilerek öğretmen adaylarından sıcaklık artışı ile X ve Y maddelerinin çözünürlüklerinin nasıl değişeceğini yorumlamaları istenmiştir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar doğru ve yanlış cevap olarak kodlanmıştır (Tablo 12). Elde edilen veriler incelendiğinde katılımcıların çoğu (n=28) soruda verilen grafiği doğru yorumlayarak X'in çözünürlüğünün sıcaklıkla artacağını Y'nin çözünürlüğünün ise azalacağını belirtmişlerdir. Yedi öğretmen adayı ise bu soruyu yanlış cevaplarken bir öğretmen adayı bu soruya cevap vermemiştir.

Tablo 12. Testteki 15.soruya ait bulgular

	Katılımcı sayısı
Doğru cevap	28
Yanlış cevap	7
Boş	1

4.3. Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin submikroskopik boyutta anlama düzeyleri

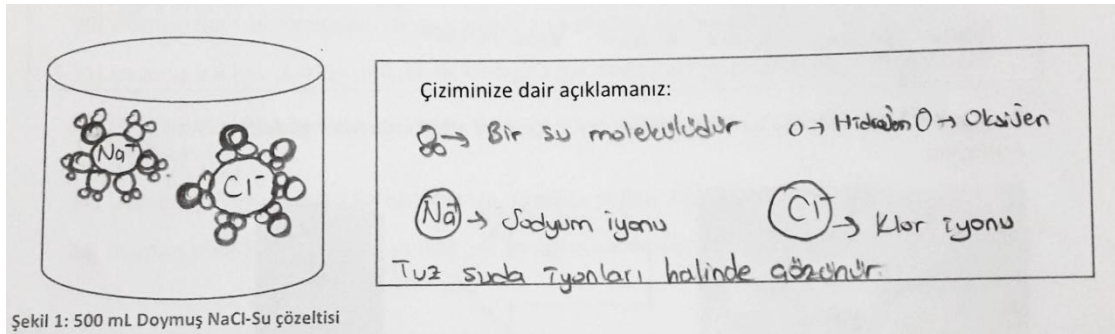
Testin ikinci bölümünde yer alan 5.soruda öğretmen adaylarına 500 mL doymuş NaCl-Su çözeltisini tanecik boyutta çizmeleri istenmiştir. Katılımcıların yapmış oldukları çizimler doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak kodlanmıştır (Tablo 13).

Tablo 13. Testteki 5.soruya ait bulgular -Doymuş Tuz-su çözeltisi

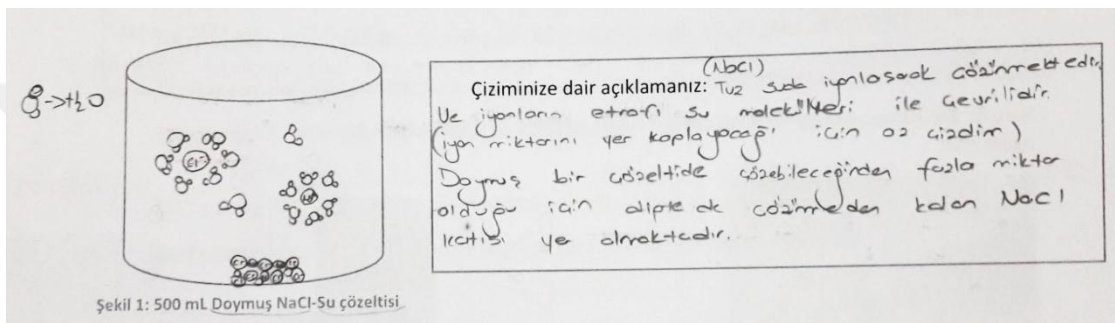
	Açıklama	Katılımcı sayısı
Doğru çizim	<ul style="list-style-type: none"> Tuzu iyonlarına ayrıştırarak gösterme (Na^+ ve Cl^- olarak) Su taneciklerini gösterme Suyun tuz taneciklerini sarmaladığını gösterme Su molekülleri ve tuz iyonları arasındaki etkileşimi doğru gösterme 	6
Kısmen doğru çizim	<ul style="list-style-type: none"> Tuzu iyonlarına ayrıştırarak gösterme (Na^+ ve Cl^- olarak) Su taneciklerini gösterme 	12
Yanlış Çizim	<ul style="list-style-type: none"> Tuzu iyonlarına ayrıştırarak göstermeyenler 	7
	<ul style="list-style-type: none"> Su taneciklerini göstermeyenler veya yanlış gösterenler 	9
Çizim yapmayanlar		2

Elde edilen verilere göre sadece altı öğretmen adayı NaCl tuzunu iyonlarına ayrıştırarak ve her bir iyonu su molekülleri ile doğru şekilde sarmalayarak tanecik boyutunda doğru çizimler yapmıştır. Ö2 ve Ö30 kodlu katılımcılara ait çizimler ve açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Şekil 12. Ö2 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama

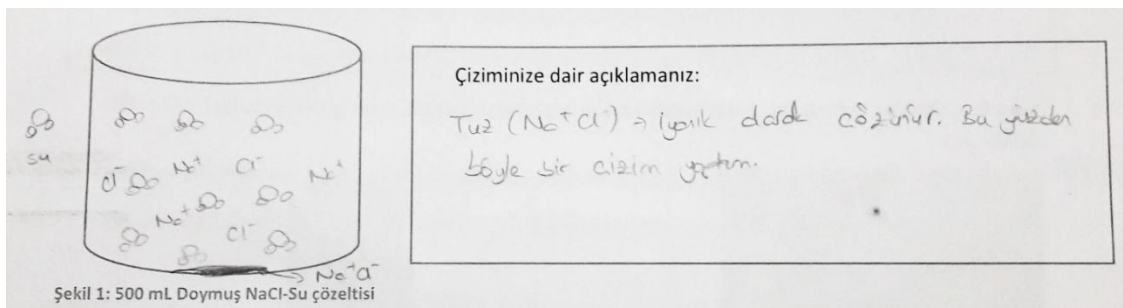


Şekil 13. Ö30 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



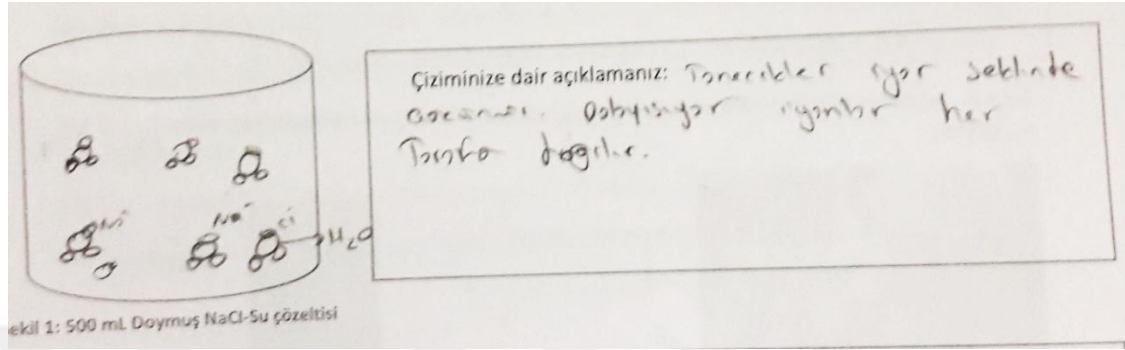
Diğer taraftan 12 öğretmen adayı ise NaCl tuzunu iyonlarına ayrıştırarak ve su taneciklerini göstererek çizim yapmalarına rağmen tuz iyonlarının su tanecikleri tarafından sarmalanmasını eksik ya da yanlış gösterdiği için kısmen doğru çizim yapmışlardır. Örneğin Ö23 kodlu katılımcı çiziminde tuz iyonlarının su tanecikleri tarafından sarmalanmasını göstermemiştir. Bu kişiye ait çizim aşağıda verilmiştir.

Şekil 14. Ö23 kodlu katılımcının tanecik boyutu dair çizim ve açıklama



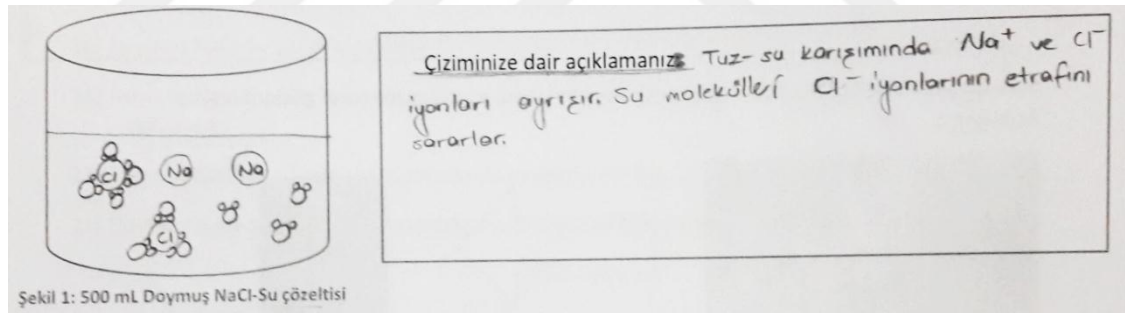
Ayrıca, Ö17 kodlu kişinin aşağıda verilen çiziminde görüldüğü üzere su taneciklerin tuz iyonları sarmaladığını göstermesine rağmen su ile tuz iyonlarına arasındaki etkileşim yönlerini yanlış göstermiştir.

Şekil 15. Ö17 kodlu katılımcının tanecik boyutunda çizim ve açıklama



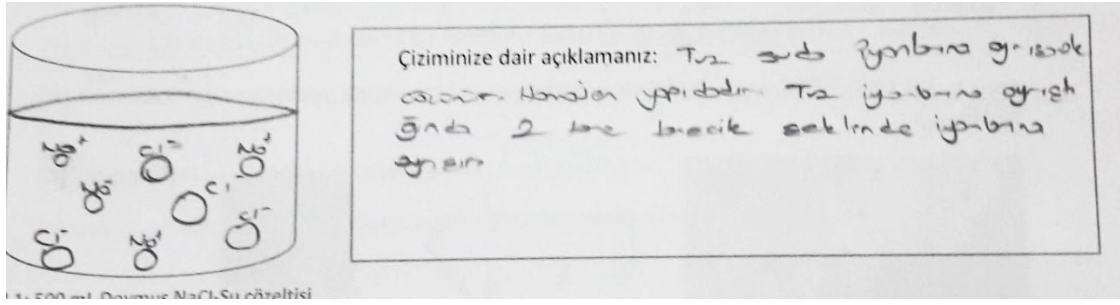
Ö14 kodlu katılımcı ise tuzu iyonlarına ayırtmış ve su taneciklerini göstermiştir fakat tuz iyonlarından sadece Cl^- iyonunu suya bağlamış ve Na^+ iyonlarını boşa göstermiştir. Ö14 katılımcıya ait çizim aşağıda gösterilmiştir.

Şekil 16. Ö14 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



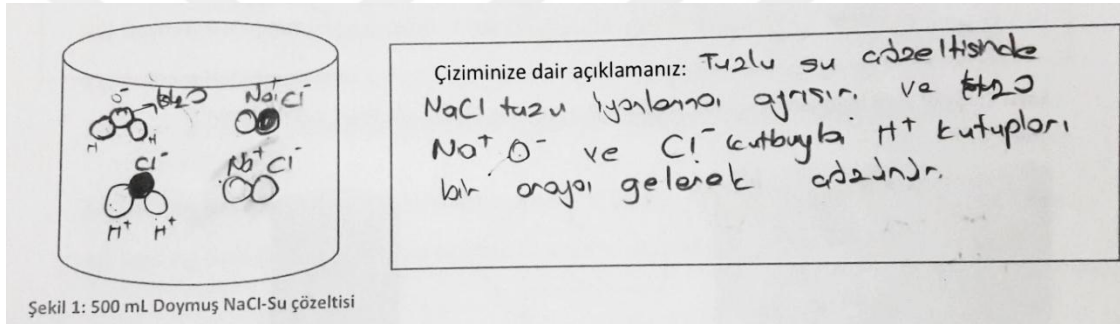
Doğru ve kısmen doğru çizimler olmasına rağmen katılımcıların bazıları (n=9) çizimlerinde NaCl tuzunu iyonlarına ayırarak göstermelerine rağmen su taneciklerini göstermedikleri veya yanlış gösterdikleri için çizimleri yanlış olarak kodlanmıştır. Örneğin, Ö19 kodlu katılımcıya ait çizim aşağıdaki gibidir.

Şekil 17. Ö19 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



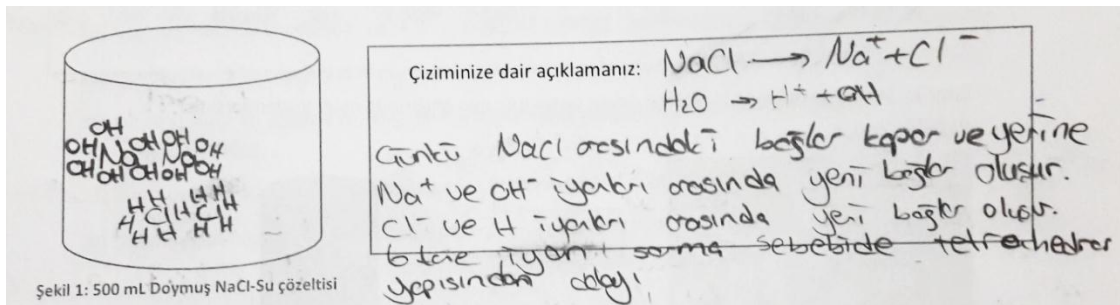
Benzer şekilde, Ö1 kodlu katılımcı da çiziminde NaCl tuzunu iyonlarına ayırtmıştır fakat su taneciklerini H^+ ve O^- şeklinde göstererek yanlış çizim yapmıştır. Bu kişiye ait çizim aşağıda verilmiştir.

Şekil 18. Ö1 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



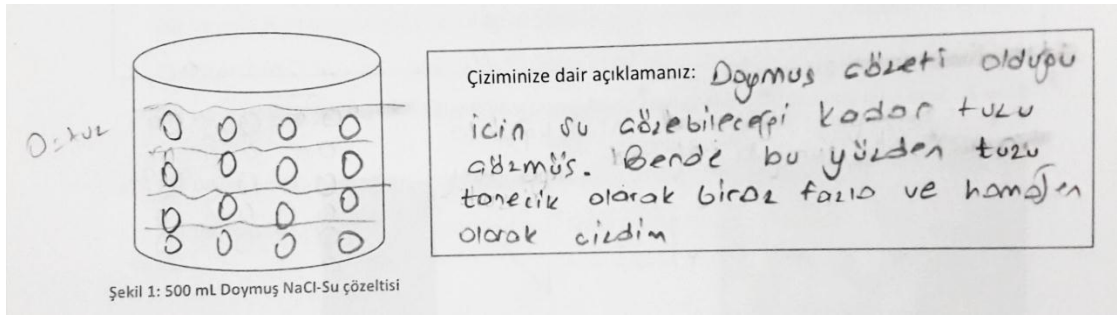
Yine benzer şekilde, Ö6 kodlu kişi ise yaptığı çizimde tuzu iyonlarına ayırarak göstermesine rağmen aşağıda gösterildiği gibi suyu H^+ ve OH^- şeklinde göstererek yanlış çizim yapmıştır.

Şekil 19. Ö6 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



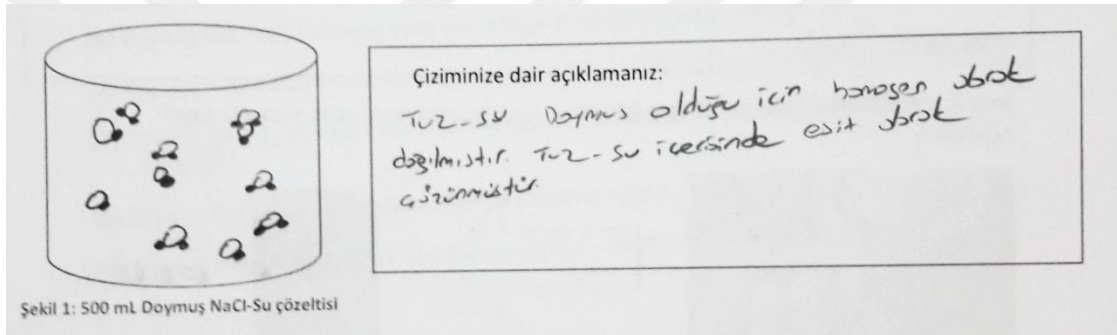
Yanlış çizim olarak kodlanan bazı çizimlerde (n=7) ise katılımcılar NaCl tuzunu iyonlarına ayırtmadan göstermişlerdir. Örneğin, Ö9 kodlu kişinin çizimi aşağıdaki gibidir.

Şekil 20. Ö9 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Benzer şekilde Ö4 kodlu katılımcı da tuzu iyonlarına ayrıştırmadan aşağıdaki gibi bir çizim yapmıştır.

Şekil 21. Ö4 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Ayrıca bazı katılımcılar (n=2) tanecik boyutunda çizim gerçekleştirememiştir.

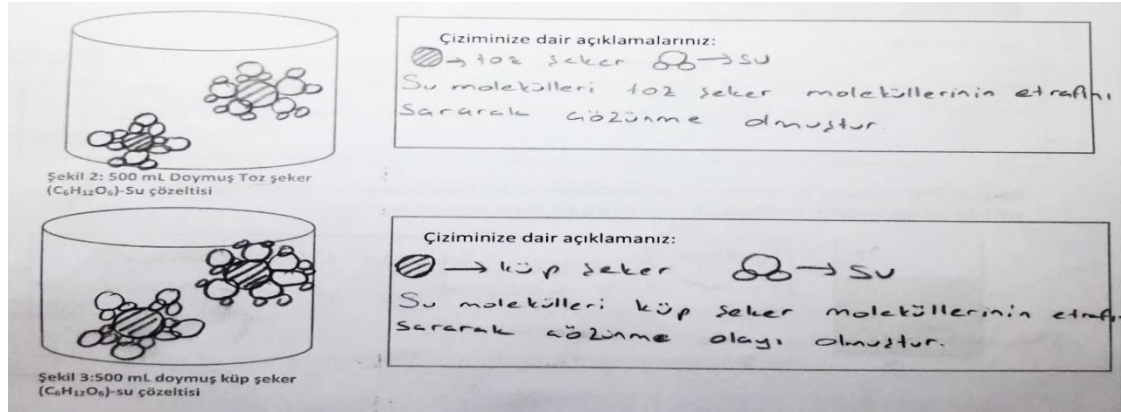
Testin ikinci bölümünde yer alan 5.soruda öğretmen adaylarına 500 mL doymuş Toz şeker-Su ve doymuş küp şeker-su çözeltilerini tanecik boyutta çizmeleri istenmiştir. Katılımcıların yapmış oldukları çizimler doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak kodlanmıştır (Tablo 14).

Tablo 14. Testteki 5.soruya ait bulgular - Doymuş Şeker-Su Çözeltisi

Doymuş Şeker-Su Çözeltisi	Açıklama	Katılımcı sayısı
Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> • Şeker taneciklerini gösterme • Su taneciklerini gösterme • Küp ve toz şeker için aynı şekilde tanecik boyutunda çizim yapma • Şeker taneciklerinin birden fazla su ile sarmalandığını gösterme 	3
Kısmen Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> • Su ve şeker taneciklerini gösterme • Küp ve toz şeker için aynı şekilde tanecik boyutunda çizim yapma 	14
Yanlış Çizim	<ul style="list-style-type: none"> • Küp şeker ve toz şeker için tanecik gösterimi ve dizilimi farklı olan çizimler • Şekeri iyonlarına/elemetlerine ayrıştırarak gösterme 	13
Çizim Yapamayan		6

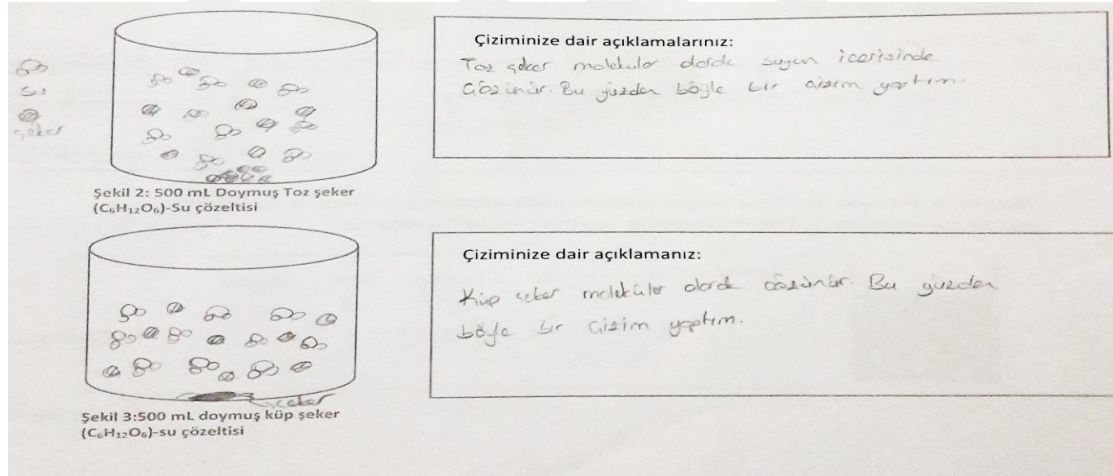
Elde edilen verilere göre sadece üç öğretmen adayı toz ve küp şekeri tek tanecik ya da tek molekül halinde göstererek her bir şeker taneciğinin su molekülleri ile doğru şekilde sarmalandığını gösteren çizimler yapmıştır. Örneğin Ö34 kodlu kişiye ait çizim ve açıklama aşağıda verilmiştir.

Şekil 22. Ö34 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Diğer taraftan 14 öğretmen adayı ise şeker ve su taneciklerini doğru bir şekilde göstermelerine rağmen şeker taneciklerinin su tanecikleri tarafından sarmalanmasını eksik ya da yanlış gösterdiği için kısmen doğru çizim yapmışlardır. Örneğin, Ö23 kodlu katılımcı aşağıdaki gibi bir çizim yapmıştır.

Şekil 23. Ö23 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Doğru ve kısmen doğru çizimler olmasına rağmen katılımcıların çoğunluğu (n=19) ya yanlış çizim yapmıştır ya da çizim yapamamıştır. Yanlış çizim yapan katılımcılar (n=13) arasında şekeri iyonlarına/elementlerine ayrıştırarak gösterenler, toz şeker ve küp şeker taneciklerini birbirinden farklı çizenler yer almaktadır. Örneğin, Ö11 kodlu katılımcı toz şeker ve küp şeker için aşağıdaki gösterilen şekilde tanecik boyutunda çizim yapmıştır.

Öğretmen adaylarının doymamış NaCl-Su çözeltisine dair çizimleri analiz edildiğinde Tablo 15’de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir.

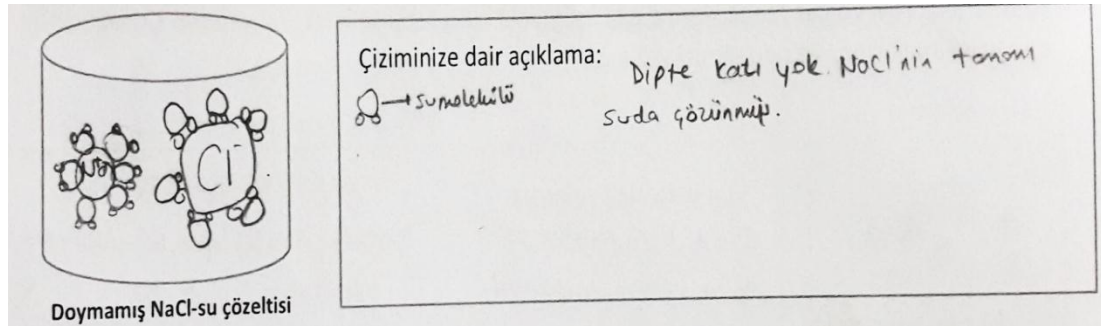
Tablo 15. Testteki 8.soruya ait bulgular -Doymamış NaCl-Su çözeltisine dair çizimler

	Açıklamalar	Katılımcı sayısı
Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> • NaCl tuzunu (Na^+ ve Cl^-) iyonlarına ayrıştırarak gösterenler • Su taneciklerini gösterenler • Tuz iyonlarını su tanecikleri ile sarmalayarak gösterenler • Su ve tuz iyonları arasındaki etkileşim yönlerini gösterenler • Na^+ ve Cl^- iyonlarını birden fazla su taneciği ile sarmalayarak gösterenler 	4
Kısmen Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> • NaCl tuzunu (Na^+ ve Cl^-) iyonlarına ayrıştırarak gösterenler • Su taneciklerini gösterenler 	10
Yanlış Çizim	<ul style="list-style-type: none"> • NaCl tuzunu (Na^+ ve Cl^-) iyonlarına ayrıştırarak gösteremeyenler • Su taneciklerini göstermeyenler veya yanlış gösterenler • Kabın dibinde katı gösterenler 	19
Çizim Yapamayanlar		3

Tablo 15 incelendiğinde sadece 4 katılımcının doğru çizim yaptığı görülmektedir. Bu kişiler çizimlerinde tuzu (NaCl) iyonlarına (Na^+ ve Cl^-) ayrıştırarak her bir tuz iyonunun etrafını su tanecikleri ile sarmalandığını doğru bir şekilde göstermişlerdir.

Örneğin doğru çizim yapan Ö35 kodlu katılımcının doymamış NaCl-Su çözeltisine ait tanecik boyutundaki çizimi ve açıklaması aşağıda verilmiştir.

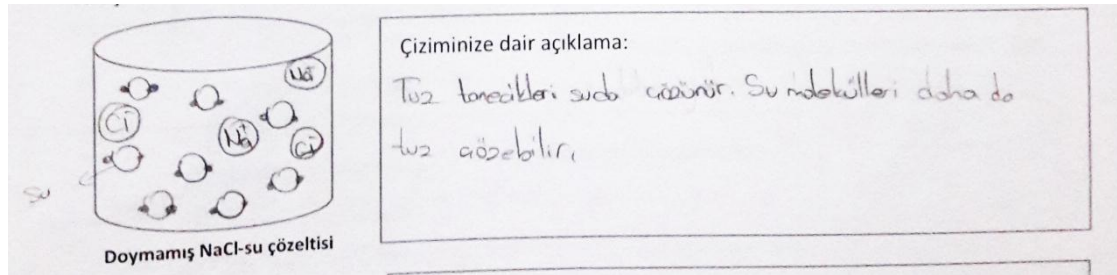
Şekil 26. Ö35 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Ö35 kodlu öğretmen adayının NaCl çözeltisine ait tanecik boyutunda çizimi incelendiğinde; NaCl tuzunu Na^+ ve Cl^- iyonlarına ayırdığı, suyu moleküler düzeyde tanecik boyutunda gösterdiği görülmektedir. Cl^- iyonlarını suyun Hidrojen kısmından, Na^+ iyonunu ise suyun oksijen kısmından bağlamıştır. Ayrıca tuz iyonlarını 6 adet su ile sarmalamıştır.

Kısmen doğru çizim olarak kodlanan bazı çizimlerde ($n=6$) ise tuz (NaCl) iyonlarına (Na^+ ve Cl^-) ayırılmış ve su molekülleri gösterilmiş olmasına rağmen su moleküllerinin tuz iyonlarını nasıl sarmaladığı gösterilmemiştir. Örneğin, Ö32 kodlu öğretmen adayına ait çizim ve açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Şekil 27. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama

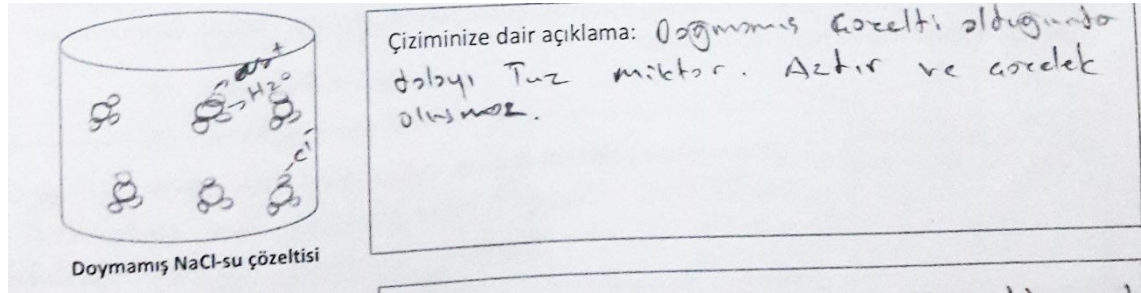


Yukarıda verilen öğretmen adayının tanecik boyutundaki çizimi incelendiğinde tuzun iyonlarını ayırıldığı görülmektedir. Ayrıca, su moleküllerinin tanecik boyutunda gösterilmesine rağmen su ve tuz iyonları arasında etkileşim veya sarmalanmaya dair çizim yapılmamıştır.

Ayrıca bazı öğretmen adayları da ($n=3$) tuz iyonlarının su ile sarmalandığını gösteren çizim yapsalar da su tanecikleri ile Na^+ ve Cl^- iyonları arasındaki etkileşim yönlerini yanlış göstermişlerdir. Örneğin, Ö17 kodlu öğretmen adayının yapmış olduğu

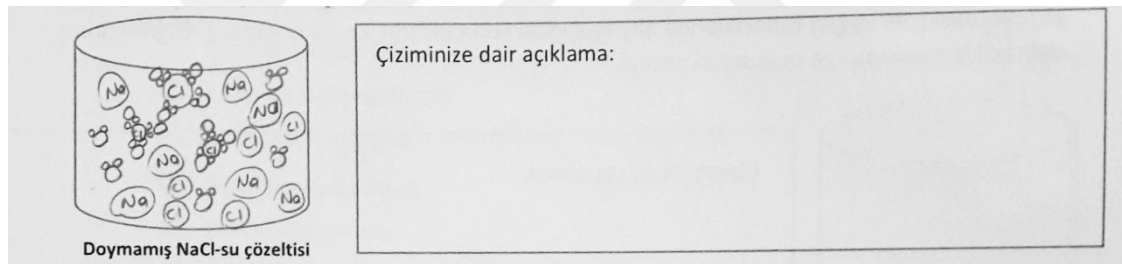
çiziminde su tanecikleri ile Na^+ ve Cl^- iyonları arasındaki etkileşim yönlerini aynı şekilde göstermiştir.

Şekil 28. Ö17 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



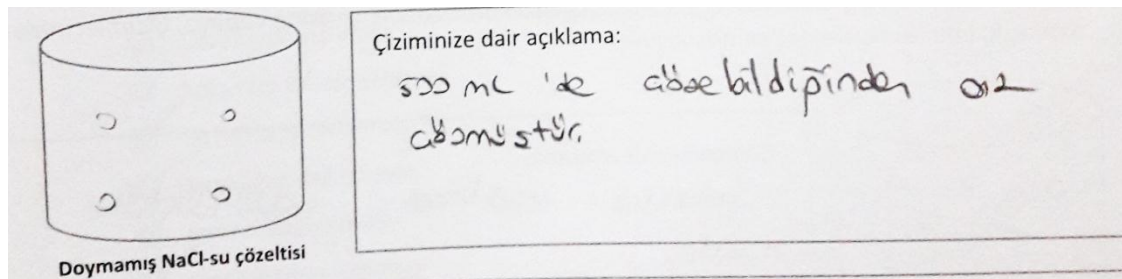
Ayrıca bir katılımcı (Ö14) çiziminde tuz (NaCl) iyonlarına (Na^+ ve Cl^-) ayırtmış ve su moleküllerini göstermiş olmasına rağmen sadece Cl^- iyonlarının su tanecikleri tarafından sarmalandığını göstermiştir. Bu kişiye ait çizim aşağıda verilmiştir.

Şekil 29. Ö14 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



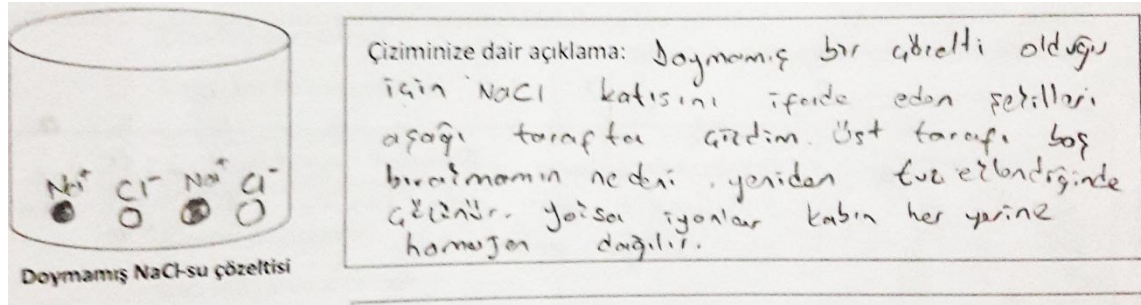
Yanlış çizim olarak kodlanan bazı çizimler ($n=10$) de katılımcılar NaCl tuzunu (Na^+ ve Cl^-) iyonlarına ayırtarak göstermeyip tek bir tanecik olarak göstermişlerdir. Örneğin, Ö15 kodlu öğretmen adayının çizimi aşağıdaki gibidir.

Şekil 30. Ö15 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



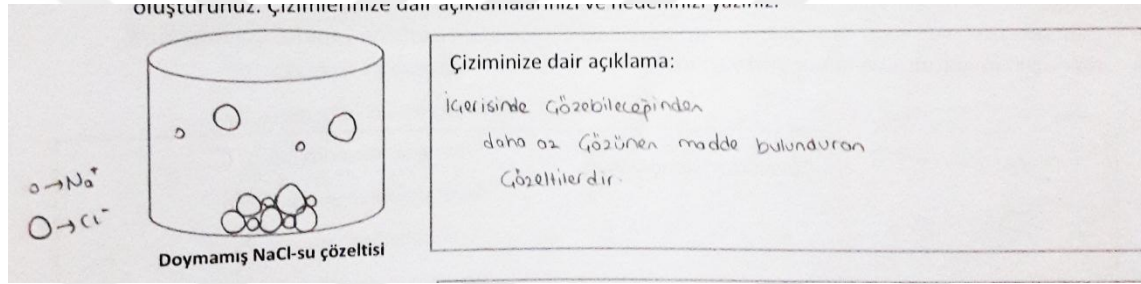
Bazı katılımcılar ($n=9$) ise çizimlerinde tuz taneciklerini göstermelerine rağmen su taneciklerini göstermemiştir. Örneğin, Ö18 kodlu katılımcısına ait çizim ve açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Şekil 31. Ö18 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Yanlış çizim yapan katılımcıların bazıları (n=2) ise doymamış NaCl-Su çözeltisi için çizimlerinde dipte katı göstermiştir. Örneğin, Ö24 kodlu öğretmen adayının çizimi aşağıdaki gibidir.

Şekil 32. Ö24 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Ayrıca bazı katılımcılar (n=3) tanecik boyutunda çizim gerçekleştirememiştir.

Öğretmen adaylarının doymuş NaCl-Su çözeltisine dair çizimleri analiz edildiğinde ise Tablo 16'de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir.

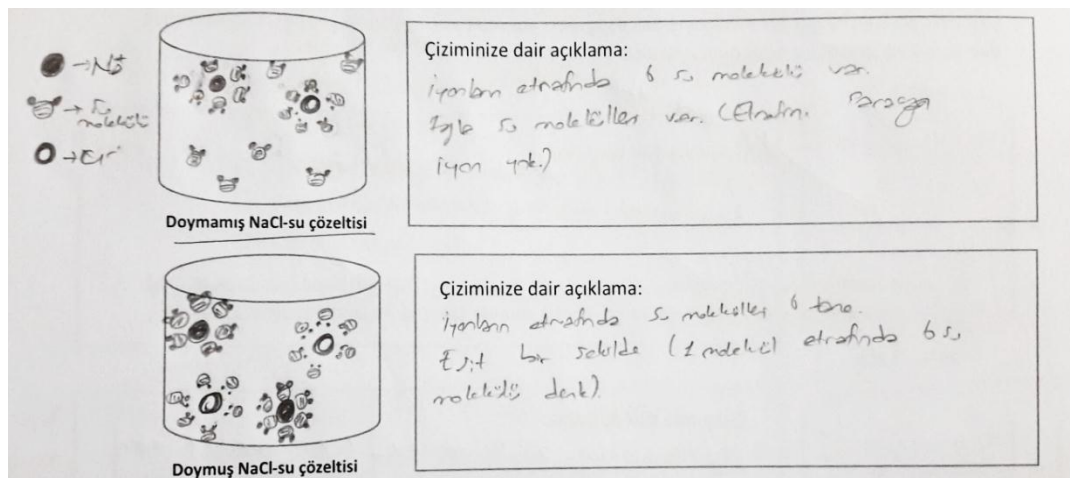
Tablo 16. Testteki 8.soruya ait bulgular - Doymuş NaCl-Su çözeltisine dair çizimler

Açıklamalar	Katılımcı sayısı
<p>Doğru Çizim</p> <ul style="list-style-type: none"> • NaCl tuzunu (Na^+ ve Cl^-) iyonlarına ayrıştırarak gösterenler • Su taneciklerini gösterenler • Tuz iyonlarını su tanecikleri ile sarmalayarak gösterenler • Su ve tuz iyonları arasındaki etkileşim yönlerini gösterenler • Na^+ ve Cl^- iyonlarını birden fazla su taneciği ile 	4

	sarmalayarak gösterenler	
	<ul style="list-style-type: none"> Doymamış çözeltiye göre tanecik sayısını arttıran 	
Kısmen Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> NaCl tuzunu iyonlarına ayrıştırarak gösterenler, Su taneciklerini gösterenler Doymamış çözeltiye göre tanecik sayısını arttıran 	10
Yanlış Çizim	<ul style="list-style-type: none"> NaCl tuzunu iyonlarına ayrıştırmayan, Su taneciklerini göstermeyen veya yanlış gösterenler Tanecik sayısını doymamış çözeltiye göre azaltanlar veya aynı gösterenler Boşta Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarını gösteren 	19
Çizim Yapamayanlar		3

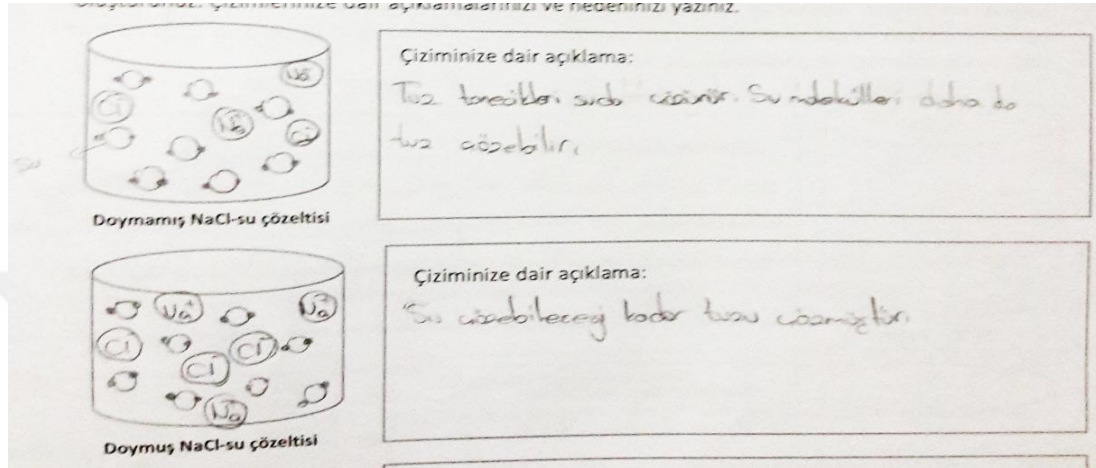
Elde edilen tanecik boyutundaki çizimler doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak gruplandırılmıştır. Tablo 16 incelendiğinde sadece 4 katılımcının doğru çizim yaptığı görülmektedir. Bu kişiler çizimlerinde tuzu (NaCl) iyonlarına (Na⁺ ve Cl⁻) ayrıştırarak her bir tuz iyonunun etrafını su tanecikleri ile sarmalandığını doğru bir şekilde göstermişlerdir. Ayrıca bu kişiler doymamış tuzlu çözeltisine göre doymuş tuzlu çözeltisine ait çizimlerinde tanecik sayısını arttırmışlardır. Örneğin, doğru çizim yapan Ö26 kodlu katılımcının tanecik boyutunda doymamış ve doymuş NaCl-Su çözeltisine ait tanecik boyutunda çizimi ve açıklaması aşağıda verilmiştir.

Şekil 33. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



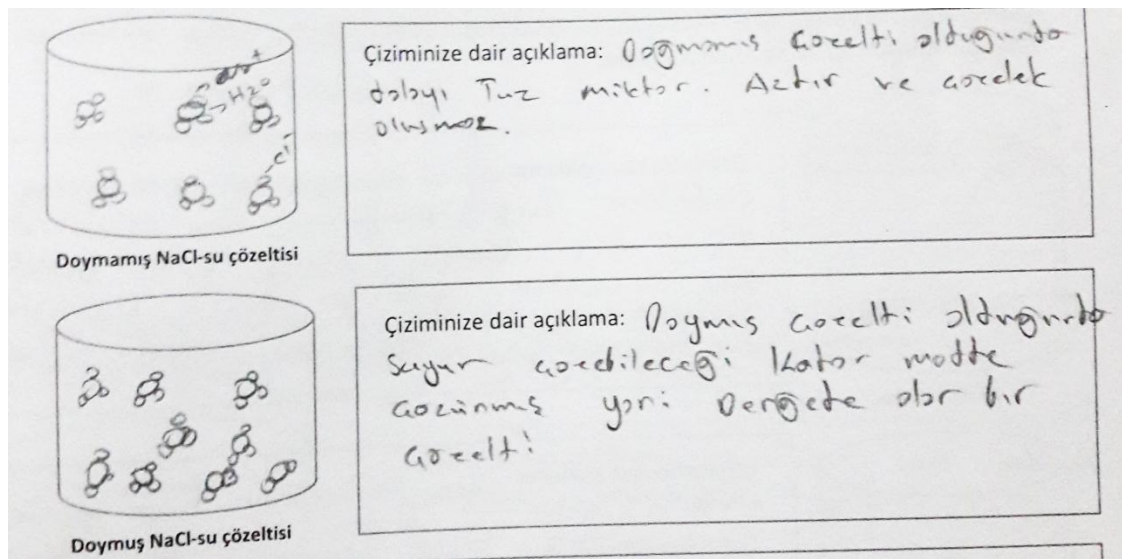
Kısmen doğru çizim olarak kodlanan bazı çizimler ($n=6$) de ise tuz (NaCl) iyonlarına (Na^+ ve Cl^-) ayrıştırılmış ve su molekülleri gösterilmiş olmasına rağmen su moleküllerinin tuz iyonlarını nasıl sarmaladığı gösterilmemiştir. Örneğin, Ö32 kodlu öğretmen adayına ait çizim ve açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Şekil 34. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



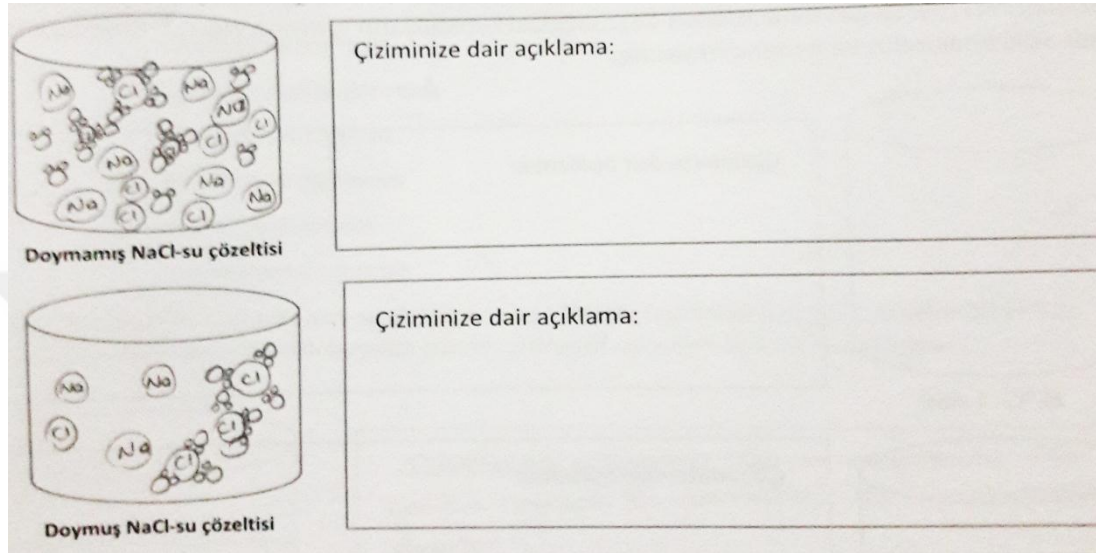
Ayrıca bazı öğretmen adayları da ($n=3$) tuz iyonlarının su ile sarmalandığını gösteren çizim yapsalar da su tanecikleri ile Na^+ ve Cl^- iyonları arasındaki etkileşim yönlerini yanlış göstermişlerdir. Örneğin, Ö17 kodlu öğretmen adayının yapmış olduğu çiziminde su tanecikleri ile Na^+ ve Cl^- iyonları arasındaki etkileşim yönlerini aynı şekilde göstermiştir.

Şekil 35. Ö17 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



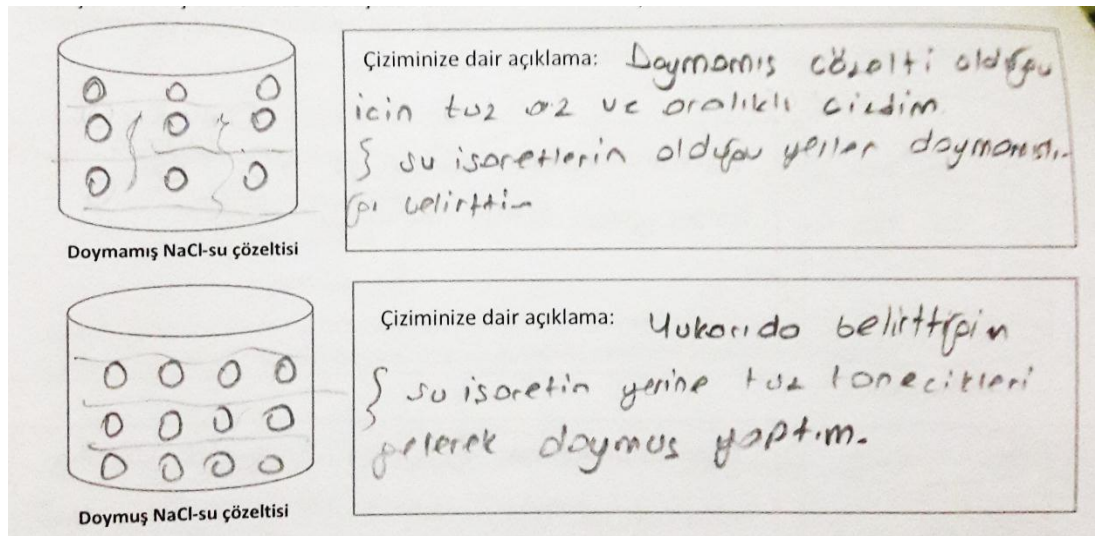
Ayrıca bir katılımcı (Ö14) çiziminde tuz (NaCl) iyonlarına (Na^+ ve Cl^-) ayırtmış ve su moleküllerini göstermiş olmasına rağmen daha çok Cl^- iyonlarını su tanecikleri tarafından sarmalandığını ve boşta Na^+ ve Cl^- iyonları göstermiştir. Bu kişiye ait çizim aşağıda verilmiştir.

Şekil 36. Ö14 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



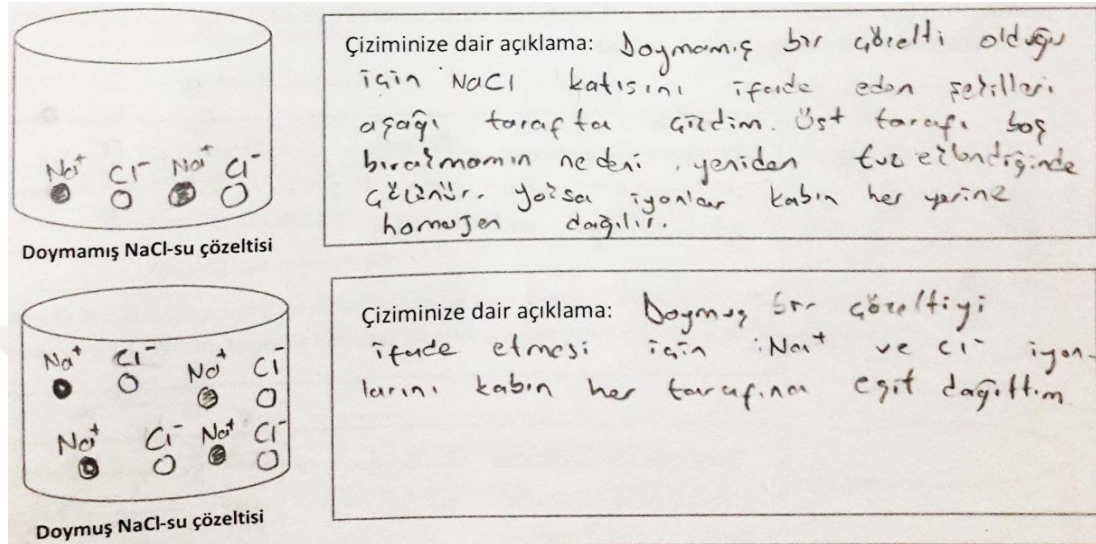
Yanlış çizim olarak kodlanan bazı çizimler ($n=10$) de katılımcılar NaCl tuzunu (Na^+ ve Cl^-) iyonlarına ayırarak göstermeyip tek bir tanecik olarak göstermişlerdir. Örneğin, Ö9 kodlu öğretmen adayının çizimi aşağıdaki gibidir.

Şekil 37. Ö9 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Bazı katılımcılar (n=9) ise çizimlerinde tuz iyonlarını göstermelerine rağmen su taneciklerini göstermemiştir. Örneğin Ö18 kodlu katılımcının çizimi ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.

Şekil 38. Ö18 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Ayrıca bazı katılımcılar (n=3) tanecik boyutunda çizim gerçekleştirememiştir.

Öğretmen adaylarının aşırı doymuş NaCl-Su çözeltisine dair çizimleri analiz edildiğinde ise Tablo 17’de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen tanecik boyutundaki çizimler doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak gruplandırılmıştır.

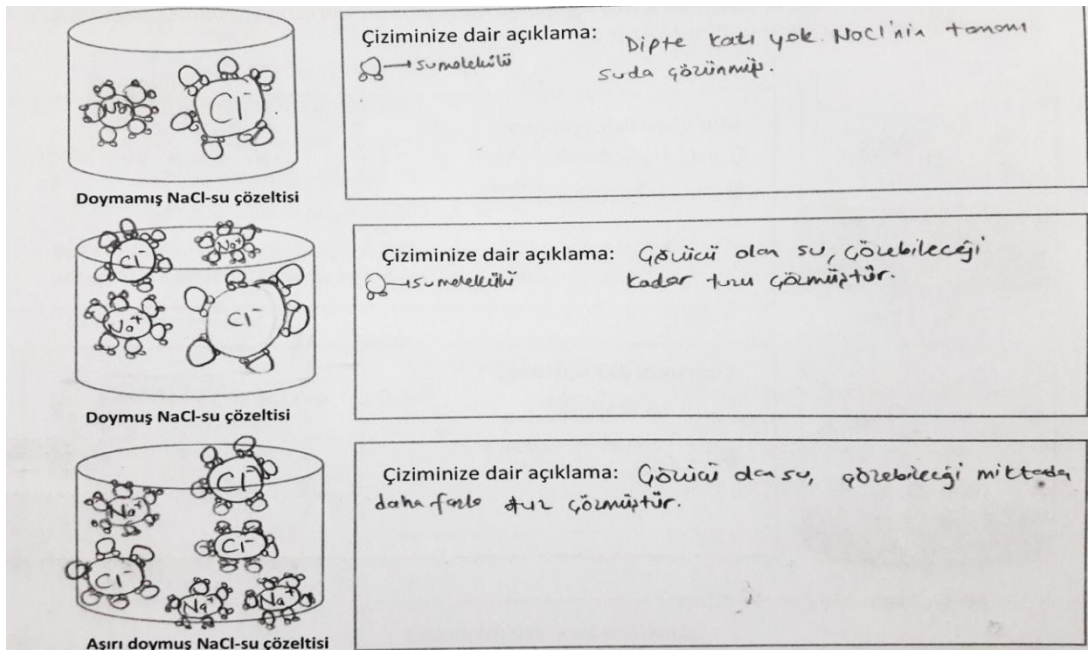
Tablo 17. Testteki 8.soruya ait bulgular -Aşırı Doymuş NaCl-Su çözeltisine dair çizimler

	Açıklamalar	Katılımcı sayısı
Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> NaCl tuzunu iyonlarına ayrıştırarak gösterenler, Su taneciklerini moleküler düzeyde gösterenler Tuz iyonları ve su molekülleri arasındaki etkileşim yönlerini gösterenler. Tuz iyonlarını su molekülleri ile sarmalayarak gösterenler Doymuş ve doymamış çözeltiliye göre tanecik sayısını arttıran 	1

Kısmen Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> • NaCl tuzunu iyonlarına ayırıştırarak gösterenler, • Su taneciklerini moleküler düzeyde gösterenler • Doymuş ve doymamış çözeltiye göre tanecik sayısını arttıran 	7
Yanlış Çizim	<ul style="list-style-type: none"> • NaCl tuzunu iyonlarına ayırıştırmayan, • Su taneciklerini göstermeyen • Kabin dibinde katı gösterenler • Tanecik sayısını doymamış ve doymuş çözeltiye göre azaltanlar veya aynı gösterenler 	25
Çizim Yapamayanlar		3

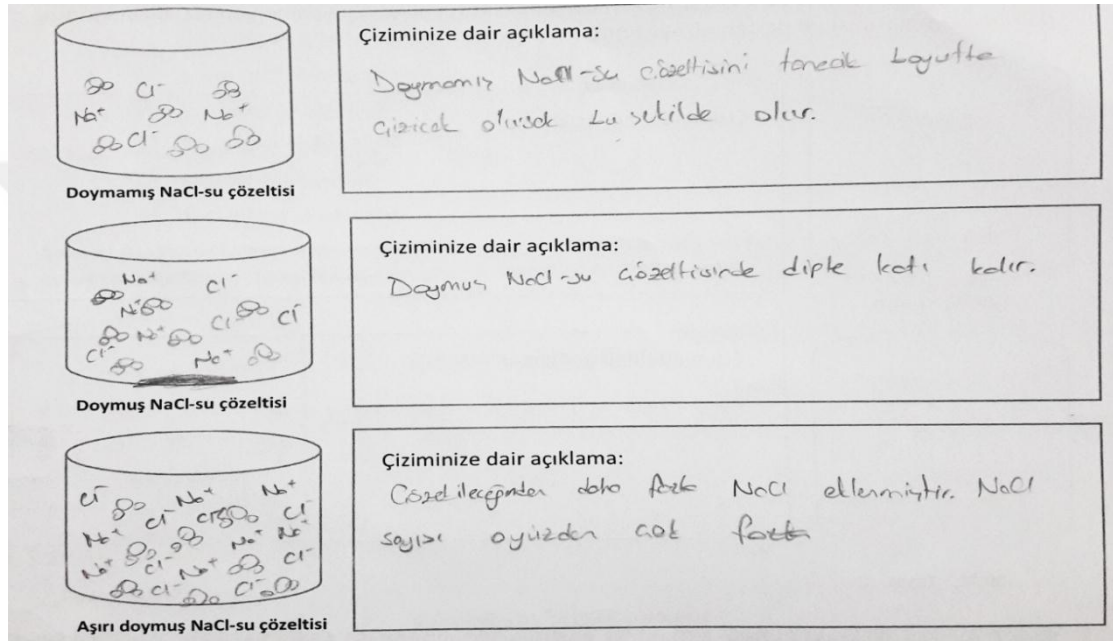
Tablo 17 incelendiğinde sadece bir katılımcının (Ö35) doğru çizim yaptığı görülmektedir. Bu kişi çiziminde tuzu (NaCl) iyonlarına (Na^+ ve Cl^-) ayırıştırarak her bir tuz iyonunun etrafını su tanecikleri ile sarmalandığını doğru bir şekilde göstermiştir. Ayrıca bu kişi doymamış ve doymuş çözeltilerine göre aşırı doymuş çözelti çiziminde tanecik sayısını arttırmıştır. Bu kişiye ait çizim aşağıdaki gibidir.

Şekil 39. Ö35 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



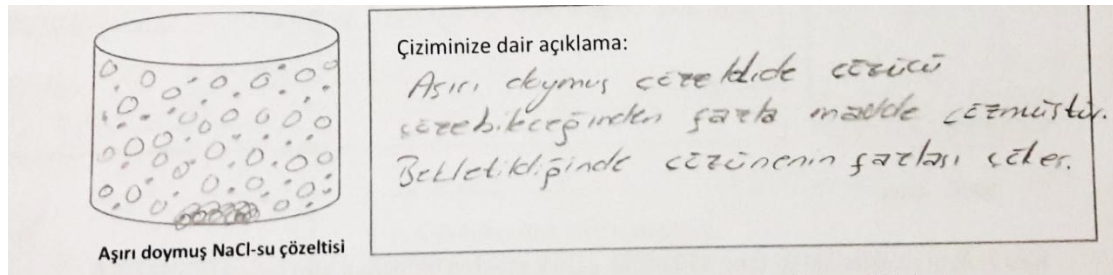
Kısmen doğru çizim olarak kodlanan bazı çizimlerde (n=7) ise katılımcıların tuzu (NaCl) iyonlarına (Na^+ ve Cl^-) ayrıştırdıkları, su moleküllerini gösterdikleri, doymamış ve doymuş çözeltilerine göre çizimlerinde daha fazla tanecik çizdikleri belirlenmiştir. Fakat bu kişiler çizimlerinde su moleküllerinin tuz iyonlarını nasıl sarmaladığını göstermemişlerdir. Örneğin Ö23 kodlu katılımcının aşırı doymuş NaCl-Su çözeltisine ait tanecik boyutunda çizimi aşağıda verilmiştir.

Şekil 40. Ö23 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama

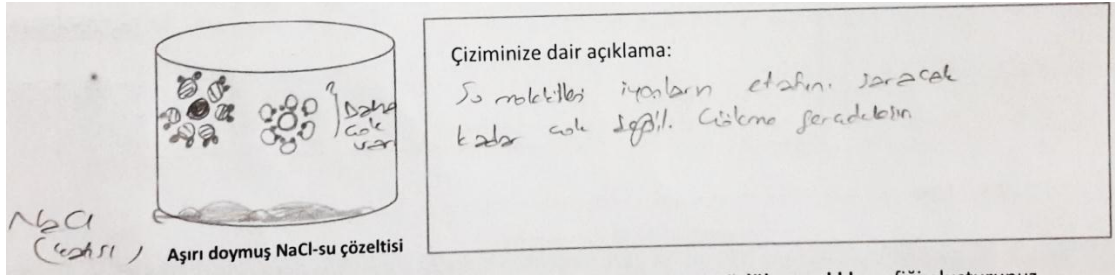


Yanlış çizim olarak kodlanan çizimlerde hemen hepsinde (n=23) katılımcıların aşırı doymuş çözelti için kabın dibinde katı gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin Ö31 ve Ö26 kodlu katılımcıların aşırı doymuş NaCl-Su çözeltisine ait çizim örnekleri aşağıda verilmiştir.

Şekil 41. Ö31 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama

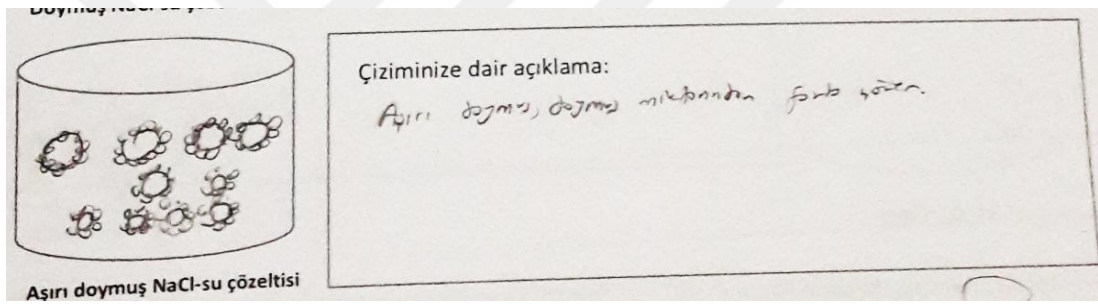


Şekil 42. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Ayrıca yanlış çizim olarak kodlanan bazı çizimlerde (n=2) katılımcıların tuzu iyonlarına ayırtırmadan tek tanecik olarak çizdiği belirlenmiştir. Örneğin Ö12 kodlu kişiye ait çizim aşağıdaki gibidir.

Şekil 43. Ö12 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Ayrıca bazı katılımcılar (n=3) tanecik boyutunda çizim gerçekleştirememiştir.

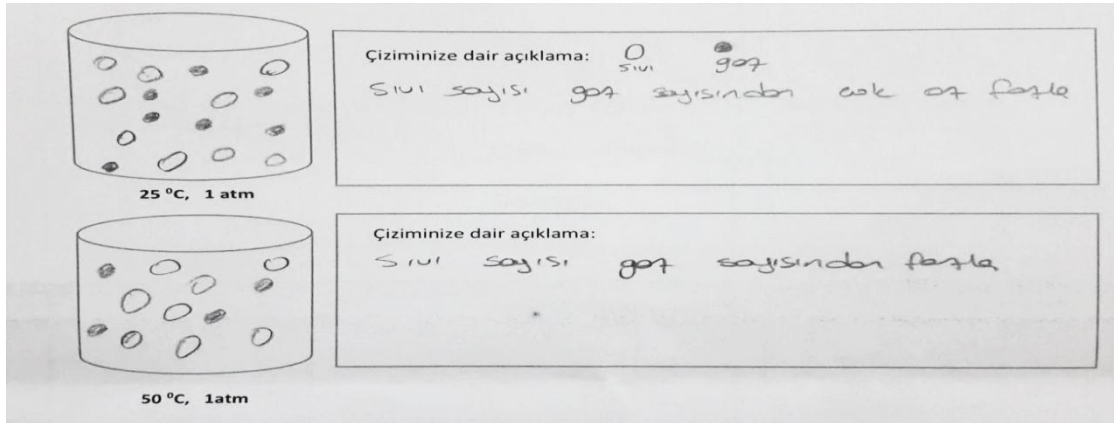
Testin ikinci bölümünde yer alan 6.soru ile öğretmen adaylarının gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisine dair submikroskopik seviyedeki anlamaları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu soruda öğretmen adaylarından farklı sıcaklıklardaki (25⁰C ve 50⁰C) iki kola için kapakları açıldıktan 10 saniye sonraki durumları için tanecik boyutunda çizimler yapmaları istenerek çizimlerine dair açıklamalarını nedeniyle birlikte yazmaları istenmiştir. Elde edilen tanecik boyutundaki çizimler doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak gruplandırılmıştır (Tablo 18).

Tablo 18. Testteki 6.soruya ait bulgular -Sıcaklığın gazların çözünürlüğüne etkisi

	Açıklama	Katılımcı sayısı
Doğru çizim	<ul style="list-style-type: none"> Sıcaklık arttıkça gazların çözünürlüğü azalır. Sıcaklık arttıkça çözünen gaz tanecikleri sayısı azalır. Gaz tanecikleri kabın her tarafına homojen olarak yayılır. 	9
Kısmen doğru çizim	<ul style="list-style-type: none"> Sıcaklık arttıkça gazların çözünürlüğü azalır. Sıcaklık arttıkça çözünen gaz tanecikleri sayısı azalır. 	11
Yanlış çizim	<ul style="list-style-type: none"> Sıcaklık arttıkça çözünen gaz tanecikleri sayısı artar. Sıcaklıkla gazların çözünürlüğü doğru orantılıdır. 	13
Çizim yapamayanlar		3

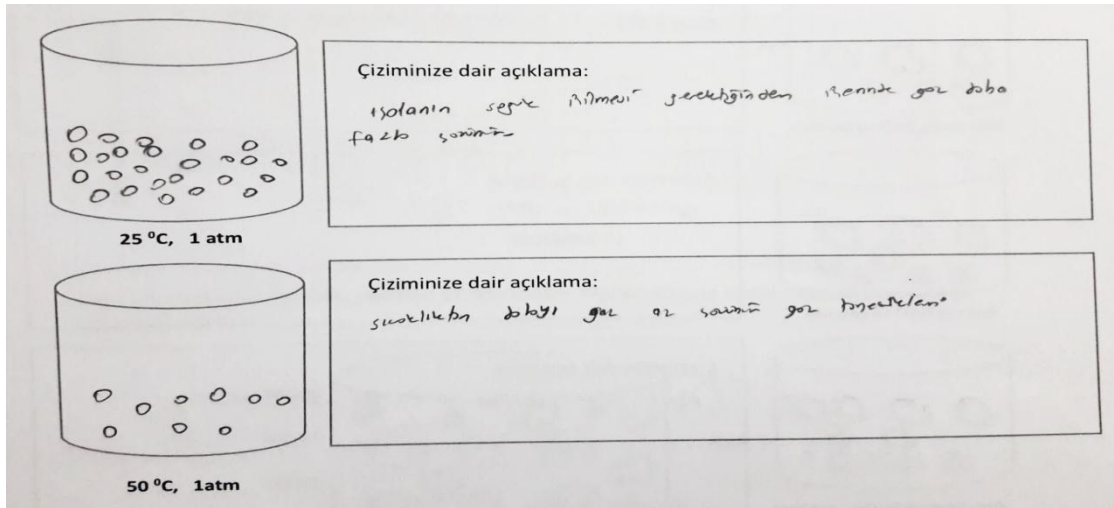
Katılımcıların çizimleri ve çizimlerine dair açıklamalar incelendiğinde 9 katılımcının sıcaklık arttıkça gazların çözünürlüğünün azaldığını ifade ederek sıcaklık arttıkça çözünen gaz tanecik sayısının azaldığını ve tanecikleri homojen olarak yayıldığını gösteren doğru çizimler yaptığı görülmüştür. Örneğin, Ö22 kodlu öğretmen adayına ait çizim aşağıda verilmiştir.

Şekil 44. Ö22 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisi tanecik boyutunda çizim ve açıklama



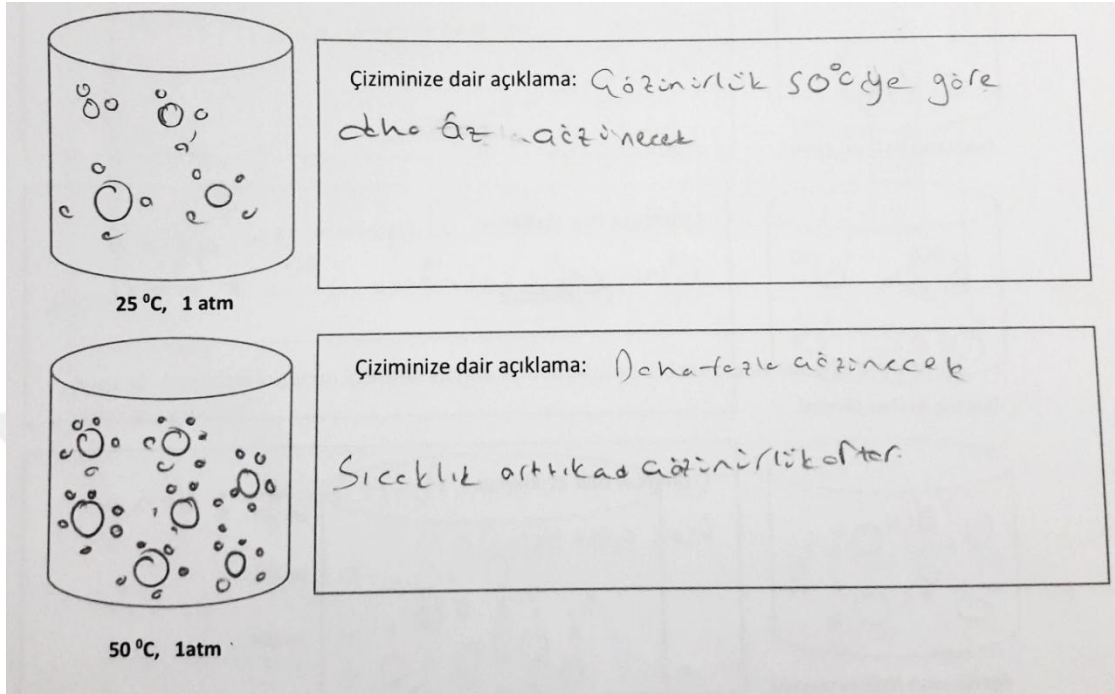
Kısmen doğru çizim olarak kodlanan çizimlerde (n=11) katılımcıların sıcaklık arttıkça gazların çözünürlüğünün azaldığını ifade ederek çizimlerinde sıcaklık arttıkça çözünen gaz tanecikleri sayısı azaldığını göstermelerine rağmen gaz taneciklerin dağılımını homojen olarak yapmadıkları belirlenmiştir. Örneğin, Ö12 kodlu öğretmen adayına ait çizim aşağıda verilmiştir.

Şekil 45. Ö12 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama



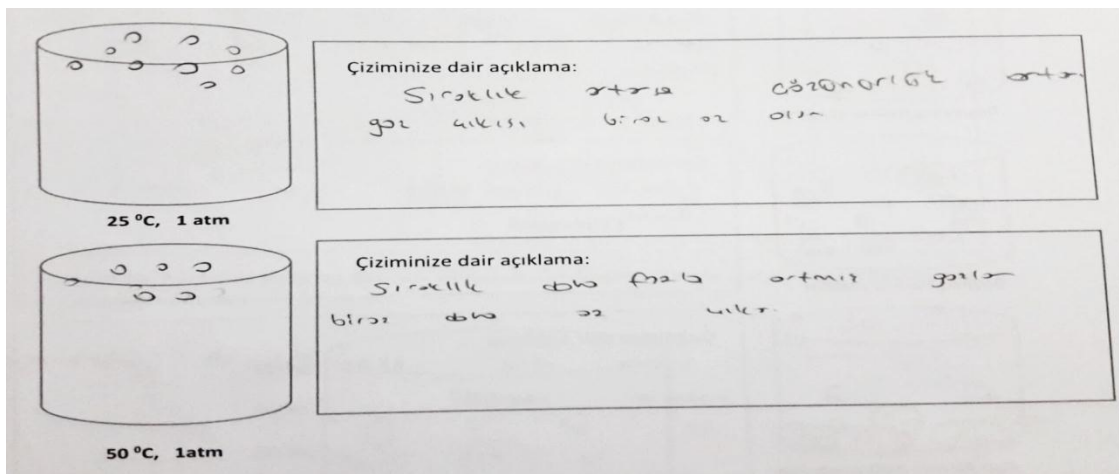
Yanlış çizim olarak kodlanan çizimlerde (n=9) katılımcılar sıcaklık arttıkça gazların çözünürlüğünü arttır şeklinde yanlış açıklamada bulunarak sıcaklık arttıkça çözünen gaz tanecikleri sayısının arttığını gösteren çizimler yapmışlardır. Örneğin, Ö16 kodlu öğretmen adayına ait çizim aşağıda verilmiştir.

Şekil 46. Ö16 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Yanlış çizim yapan bazı katılımcılar ($n=4$) ise sıcaklık arttıkça gaz çıkışının daha az olacağı şeklinde yanlış ifade de bulunarak çizimlerinde de gaz çıkışına ait gösterimlerde bulunmuşlardır. Örneğin, Ö10 kodlu katılımcının sıcaklık arttıkça gaz çıkışının daha az olacağını gösteren çizimi aşağıdaki gibidir.

Şekil 47. Ö10 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Bazı öğretmen adayları (n=3) ise tanecik boyutunda çizim yapamamıştır.

Testin ikinci bölümünde yer alan 7.soru ile öğretmen adaylarının gazlarının çözünürlüğüne basıncın etkisine dair submikroskobik seviyedeki anlamaları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu soruda öğretmen adaylarından farklı basınçlar altındaki (4 atm ve 0.5 atm) iki kola için kapakları açıldıktan 10 saniye sonraki durumları için tanecik boyutunda çizimler yapmaları istenerek çizimlerine dair açıklamalarını nedeniyle birlikte yazmaları istenmiştir. Elde edilen tanecik boyutundaki çizimler doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak gruplandırılmıştır (Tablo 19).

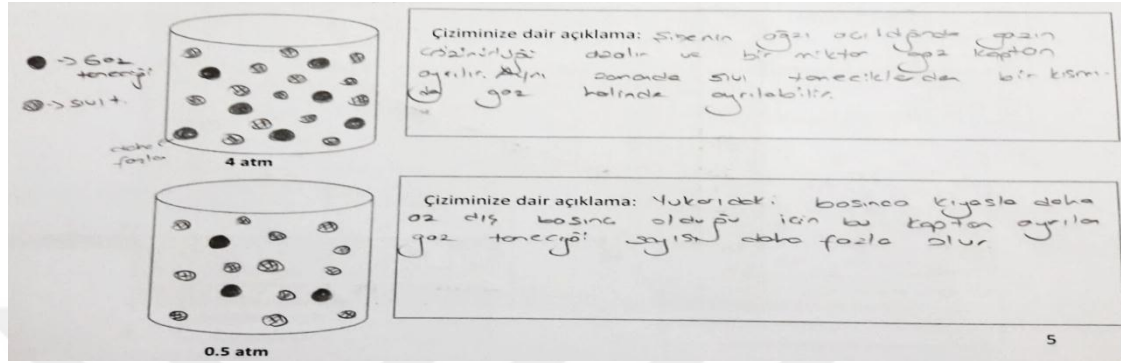
Tablo 19. Testteki 7. Soruya ait bulgular -Gazların çözünürlüğüne basıncın etkisi

		Açıklamalar	Katılımcı sayısı
Doğru Çizim		<ul style="list-style-type: none"> • Basınç arttıkça gazların çözünürlüğü artar. • Basınç arttıkça çözünen gaz tanecikleri sayısı artar. • Gaz tanecikleri kabın her tarafına homojen olarak dağılmıştır. 	12
Kısmen Doğru Çizim		<ul style="list-style-type: none"> • Basınç arttıkça gazların çözünürlüğü artar. • Basınç arttıkça çözünen gaz tanecikleri sayısı artar. 	10
Yanlış Çizim		<ul style="list-style-type: none"> • Basınç arttıkça çözünen gaz tanecikleri sayısı azalır. • Basınç ile gazların çözünürlüğü ters orantılıdır. • Basınç arttıkça gaz çıkışı daha çok olur. 	8
Çizim Yapamayanlar			6

Katılımcıların çizimleri ve çizimlerine dair açıklamalar incelendiğinde 12 katılımcının basınç arttıkça gazların çözünürlüğünün arttığını ifade ederek basınç arttıkça çözünen gaz tanecik sayısının arttığını ve tanecikleri homojen olarak yayıldığını

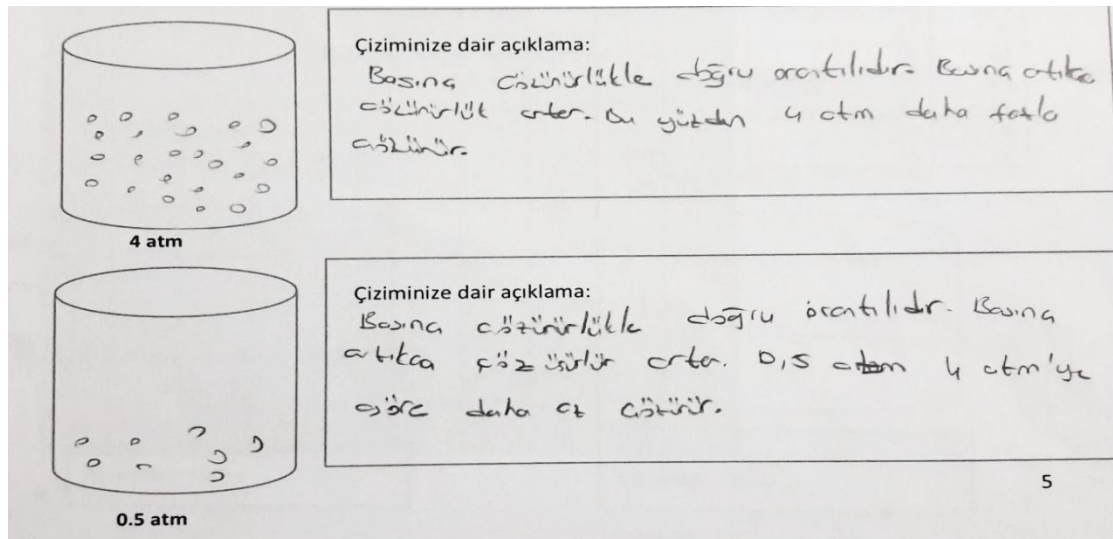
gösteren doğru çizimler yaptığı görülmüştür. Örneğin, Ö30 kodlu öğrenciye ait çizim aşağıda verilmiştir.

Şekil 48. Ö30 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne basıncın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama



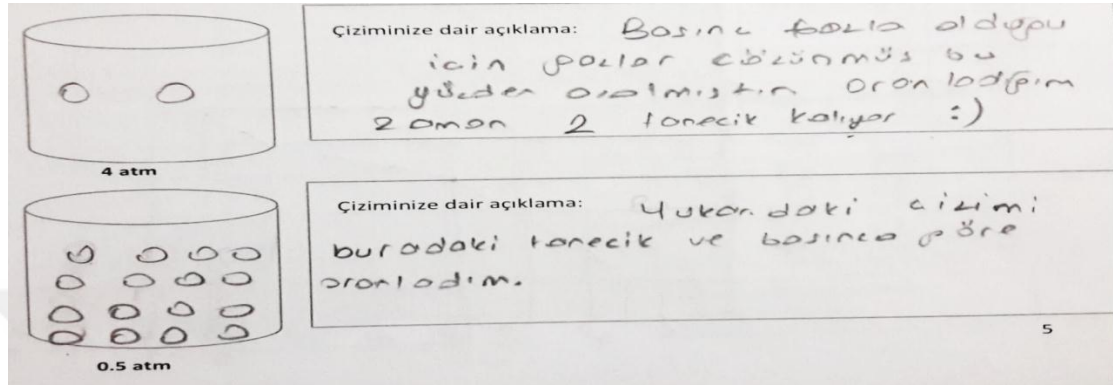
Kısmen doğru çizim olarak kodlanan çizimlerde (n=10) katılımcılar basınç arttıkça gazların çözünürlüğünün arttığını ifade ederek çizimlerinde basınç arttıkça çözünen gaz tanecikleri sayısı arttığını gösterirken gaz taneciklerin dağılımını homojen olarak göstermedikleri belirlenmiştir. Örneğin, Ö5 kodlu katılımcının çizimi şu şekildedir.

Şekil 49. Ö5 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne basıncın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama



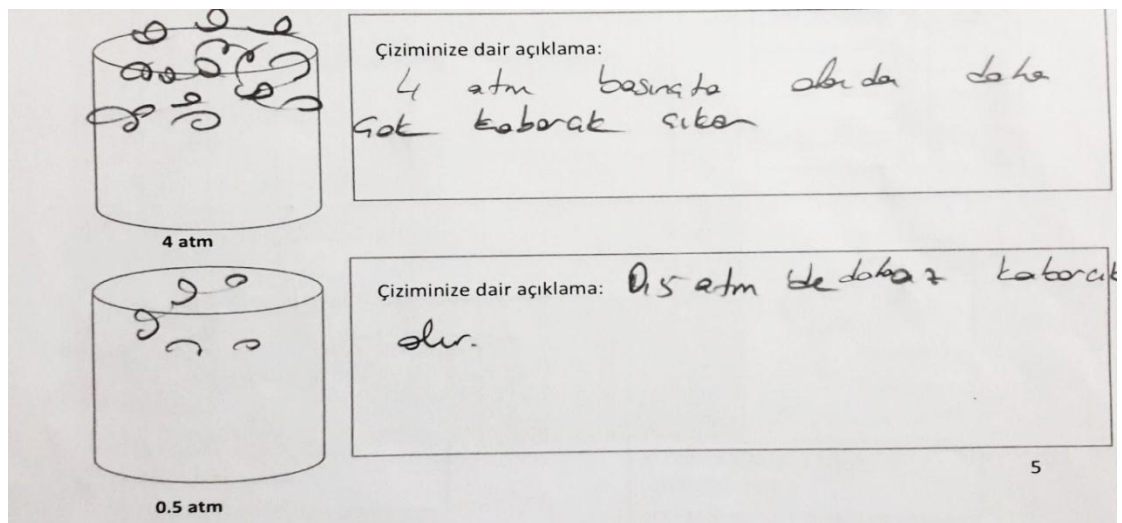
Yanlış çizim olarak kodlanan çizimlerde bazı katılımcılar (n=5) basınç arttıkça çözünen gaz taneciklerinin sayısını azaldığını gösteren yanlış çizimler yapmışlardır. Örneğin, Ö5 kodlu kişinin çizimi aşağıdaki gibidir.

Şekil 50. Ö5 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne basıncın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Ayrıca bazı katılımcılar (n=3) ise basınç artışıyla gaz çıkışını ilişkilendirerek yanlış çizimler yapmışlardır. Örneğin, Ö11 kodlu öğretmen adayı çiziminde çözünen gaz taneciklerini göstermeyip basınç arttıkça gaz çıkışının fazla olacağını belirterek aşağıdaki çizimi yapmıştır.

Şekil 51. Ö11 kodlu katılımcıya ait gazların çözünürlüğüne basıncın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama



Bazı öğretmen adayları (n=6) ise tanecik boyutunda çizim yapamamıştır.

Testtin ikinci bölümünde yer alan 10.soruda yine öğretmen adaylarının çözünürlüğe etki eden faktörlere dair submikroskopik seviyedeki anlamaları ortaya konulmaya çalışılmıştır. İlgili soruda öğretmen adaylarında KCl tuzunun sıcaklık-çözünürlük grafiğini dikkate alarak 40 °C’de 40 gr tuz ile 200 mL su karıştırıldığında oluşan çözelti için tanecik boyutunda çizim yapmaları istenmiştir. Katılımcıların yapmış oldukları çizimler doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak gruplandırılmıştır (Tablo 20).

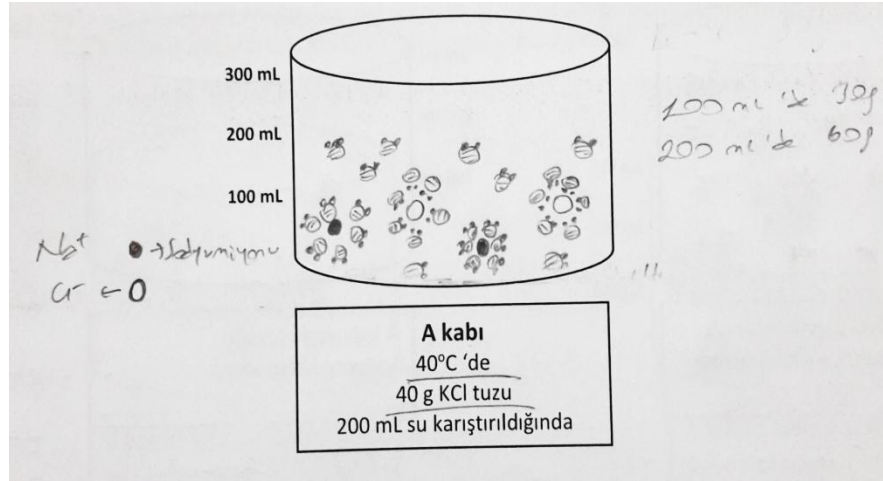
Tablo 20. Testteki 10.soruya ait bulgular

		Açıklamalar	Katılımcı sayısı
Doğru Çizim		<ul style="list-style-type: none"> • KCl iyonlarını gösterme (K⁺ ve Cl⁻) • Su moleküllerini gösterme • KCl tuz iyonlarını su ile sarmalama • Su molekülleri ve tuz iyonları arasındaki etkileşimi gösterme • Doymamış çözelti çizimi yapma 	6
Kısmen Doğru Çizim		<ul style="list-style-type: none"> • KCl iyonlarını gösterme (K⁺ ve Cl⁻) • Doymamış çözelti çizimi yapma 	23
Yanlış Çizim		<ul style="list-style-type: none"> • Dipte katı gösteren • KCl iyonlarını göstermeyen 	6
Çizim yapamayanlar			1

*Doğru cevap

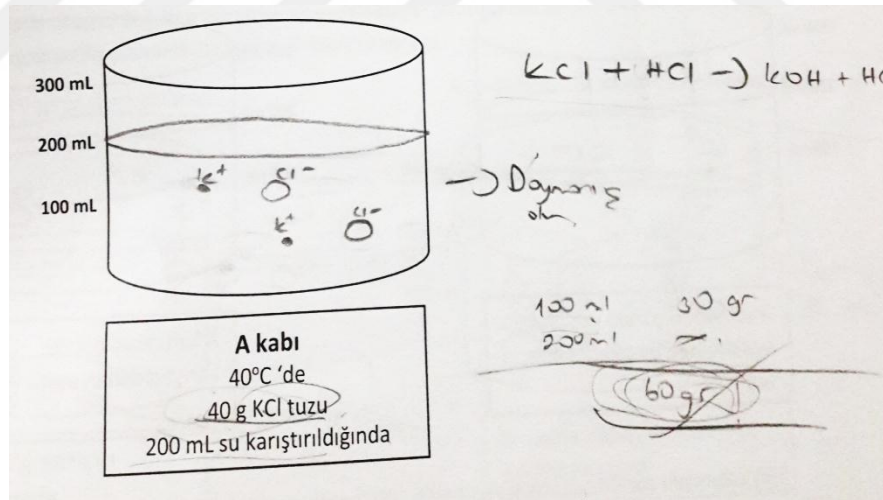
Elde edilen bulgulara göre 6 katılımcının çizimlerinde tuzu (KCl) iyonlarına (K⁺ ve Cl⁻) ayrıştırarak her bir tuz iyonunun etrafını su tanecikleri ile sarmalandığını doğru bir şekilde göstermişlerdir. Örneğin Ö26 kodlu katılımcının tanecik boyutunda yapmış olduğu çizim örneği aşağıda verilmiştir.

Şekil 52. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



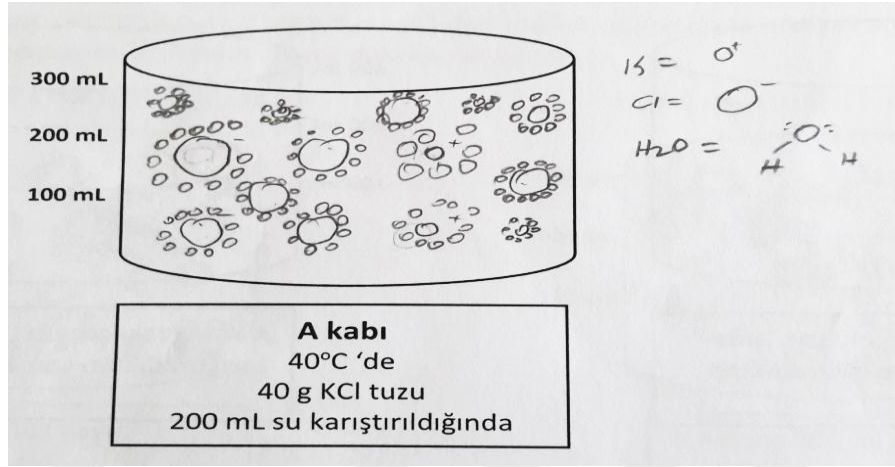
Kısmen doğru çizim olarak kodlanan bazı çizimlerde (n=11) katılımcılar tuzu (KCl) iyonlarına (K⁺ ve Cl⁻) ayrıştırarak çizim yapmışlar fakat su moleküllerini göstermemişlerdir. Örneğin, Ö18 kodlu katılımcının yapmış olduğu çizim örneği aşağıda verilmiştir.

Şekil 53. Ö18 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



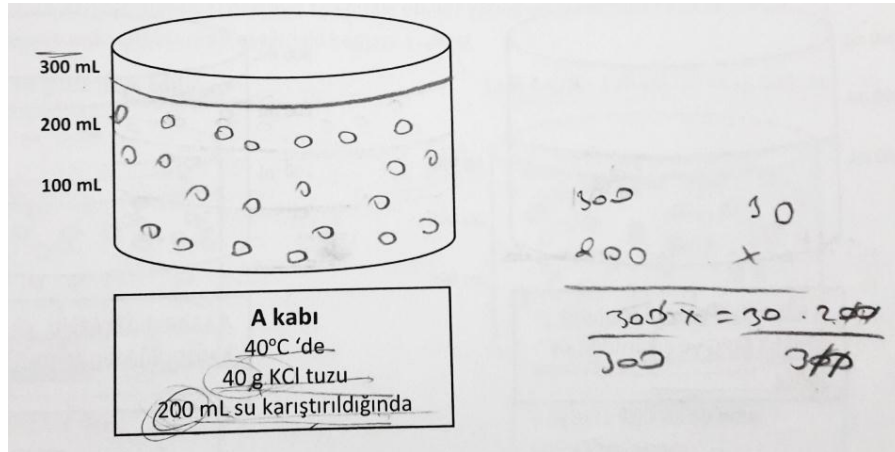
Bazı öğretmen adayları (n=12) ise su moleküllerini çizimlerin de göstermelerine rağmen su moleküllerinin tuz iyonlarını nasıl sarmaladığını göstermemişlerdir veya yanlış göstermişlerdir. Örneğin, Ö12 kodlu katılımcıya ait çizim şu şekildedir.

Şekil 54. Ö12 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



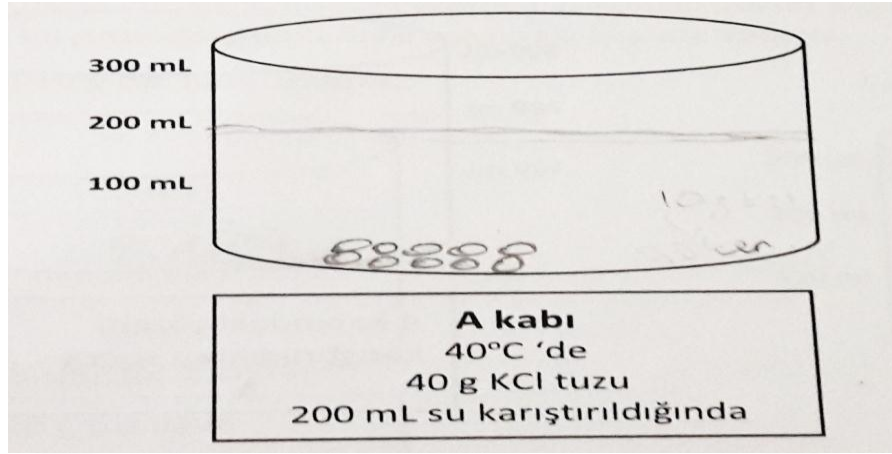
Yanlış çizim olarak kodlanan çizimler de katılımcıların hepsi (n=6) KCl tuzunu (K^+ ve Cl^-) iyonlarına ayrıştırarak göstermeyip tek bir tanecik olarak göstermişlerdir. Örneğin, Ö7 kodlu öğretmen adayının çizimi aşağıdaki gibidir.

Şekil 55. Ö7 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizimi



Ayrıca yanlış çizim yapan katılımcıların bazıları (n=3) ise soruda verilen değerler ile doymamış çözeltiliye dair çizim yapmaları gerekirken çizimlerinde kabın dibinde katı göstermişlerdir. Örneğin, Ö3 kodlu katılımcı aşağıdaki gibi bir çizim yapmıştır.

Şekil 56. Ö3 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizimi



Testin ikinci bölümünde yer alan 11.soruda ise öğretmen adaylarından 10. soruda belirtilen çözeltiliye bazı değişiklikler (tuz ilave edilmesi, su ilave edilmesi, çözeltinin yarısının dökülmesi, suyun yarısının buharlaştırılması, çözeltinin ısıtılması, çözeltinin soğutulması ve çözeltinin karıştırılması) yapıldığında tanecik boyutunda nasıl değişiklikler olacağını gösteren çizimler yapmaları istenmiştir. Bu soruyla öğretmen adaylarının çözünebilirliğe etki eden faktörlere dair submikroskopik boyuttaki anlamaları ortaya konulmuştur. Bunun için 10.soruda doğru veya kısmen doğru çizim yapan katılımcıların (n=29) 10.sorudaki çözeltiliye yapılan her bir değişiklik için yaptıkları çizimler analiz edilerek elde edilen bulgular Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21. Testteki 11.soruya ait bulgular

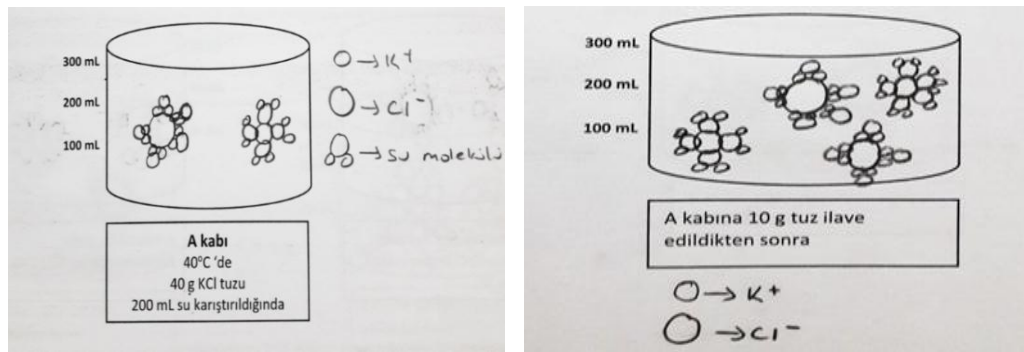
	Çözünen Tanecik sayısı			Dipte katı oluşumu	
	Artar	Azalıır	Değişmez	Var	Yok
A kabına 10 g tuz ilave edilirse	27*	2		1	28*
A kabına 100 mL su ilave edilirse	6	6	17*		29*
A kabındaki çözeltinin	1	22*	5		28*

yarısı dökülürse					
A kabındaki suyun yarısı buharlaştırılırsa	2	20*	5	11*	15
A kabındaki çözelti ısıtılarak sıcaklık 60°C'ye çıkartılırsa	5	5	18*	1	27*
A kabındaki çözelti karıştırılırsa	5	4	19*		28*
A kabındaki çözelti soğutularak sıcaklık 20°C'ye düşürülürse	1	15	12*	9	19*

* Doğru cevap

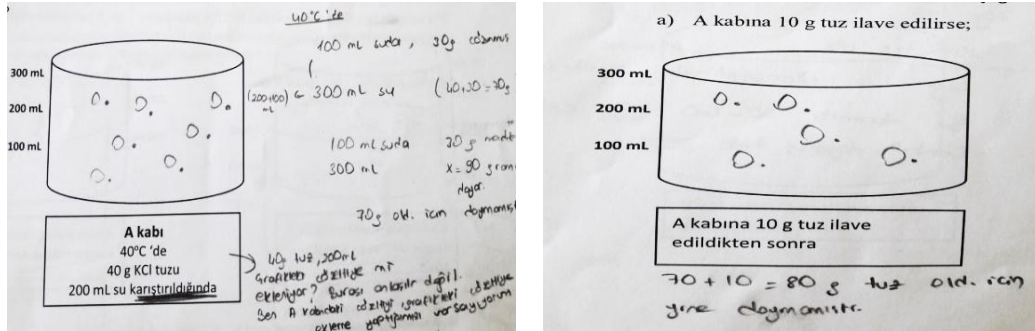
10.sorudaki doymamış çözeltiyi temsil eden A kabına 10 g tuz ilave edildiğinde çözünürlük-sıcaklık grafiğine göre ilave edilen tuzun çözünerek çözeltideki çözünmüş tanecik sayısının artacağını katılımcıların çoğu (n=27) çizimlerinde doğru şekilde göstermiştir. Örneğin, Ö34 kodlu katılımcıya ait çizim aşağıdaki gibidir.

Şekil 57. Ö34 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



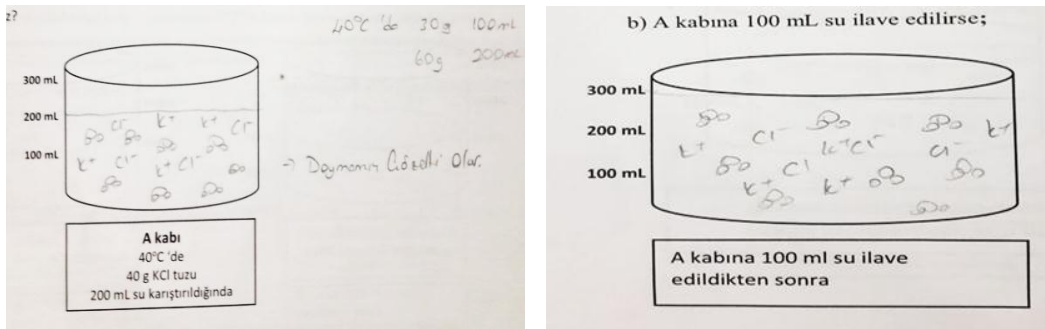
Diğer taraftan, iki katılımcı tuz ilavesi ile çözünmüş tanecik sayısının azalacağını düşünerek çizimlerinde çözünmüş tanecik sayısını azaltan yanlış çizimler yapmışlardır. Örneğin, Ö20 kodlu katılımcıya ait çizim aşağıdaki gibidir.

Şekil 58. Ö20 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



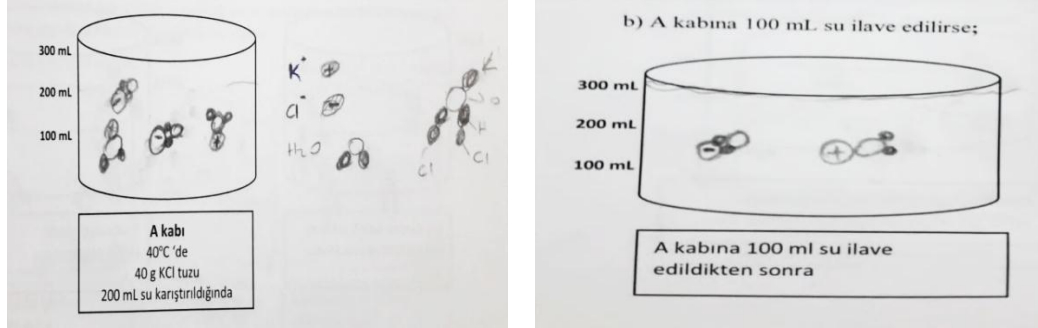
Tablo 21 incelendiğinde doymamış çözeltiyi temsil eden A kabına 100 mL su ilave edildiğinde 17 katılımcının çözeltideki çözünen tanecik sayısının değişmeyeceğini çizimlerinde doğru şekilde temsil ettiği görülmektedir. Örneğin, Ö23 kodlu katılımcı tanecik boyutunda yapmış olduğu aşağıdaki çizimde çözünen tanecik sayısını değiştirmemiş olup sadece çözelti hacmini artırarak doğru çizim yapmıştır.

Şekil 59. Ö23 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



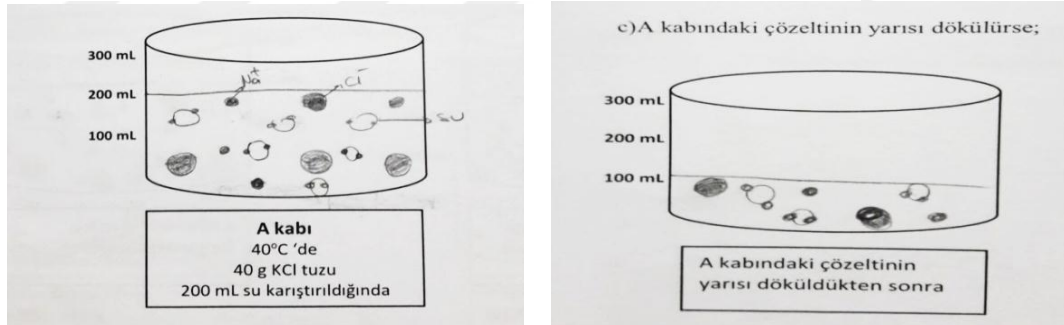
Katılımcıların bazıları (n=6) ise çizimlerinde su ilavesi ile daha fazla çözünmüş tuz iyonları gösterirken bazı katılımcılarda (n=6) çözeltinin seyreltik olacağını belirterek çizimlerinde daha az çözünen tanecik göstermişlerdir. Örneğin, Ö13 kodlu katılımcı su ilavesi ile daha az sayıda çözünen tanecik göstermiştir.

Şekil 60. Ö13 kodlu katılımcıya ait tanecik tanecik boyutunda çizim



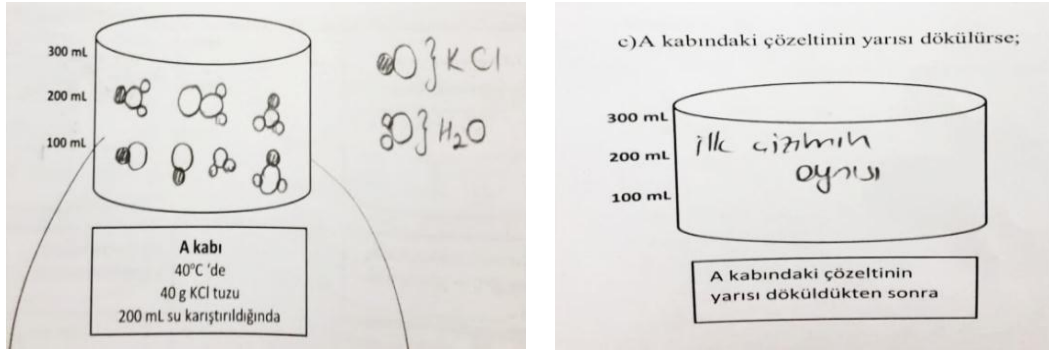
Katılımcılara doymamış çözeltiyi temsil eden A kabındaki çözeltinin yarısı döküldüğünde ne olur diye sorulduğunda katılımcıların çoğunluğu (n=22) çözeltinin hacminin yanı sıra çözeltideki çözünen tanecik sayısının da azaldığını gösteren doğru çizimler yapmışlardır. Örneğin, Ö32 kodlu katılımcıya ait çizim aşağıdaki gibidir.

Şekil 61. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik tanecik boyutunda çizim



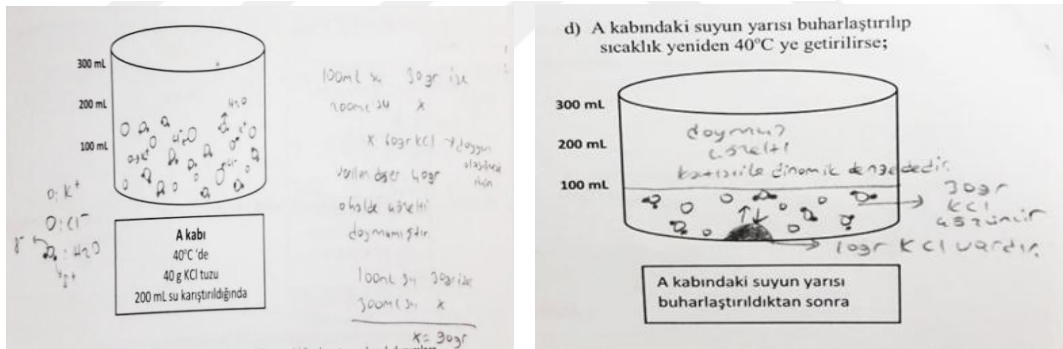
Bunun yanı sıra beş katılımcı çözünen tanecik sayısının değişmeyeceği yönünde çizim yaparken bir katılımcı çözünen tanecik sayısının arttığı yönünde çizimler yapmışlardır (Tablo 21). Örneğin, Ö36 kodlu katılımcı çözünen tanecik sayısının değişmeyeceği yönünde aşağıdaki çizim yapmıştır.

Şekil 62. Ö36 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



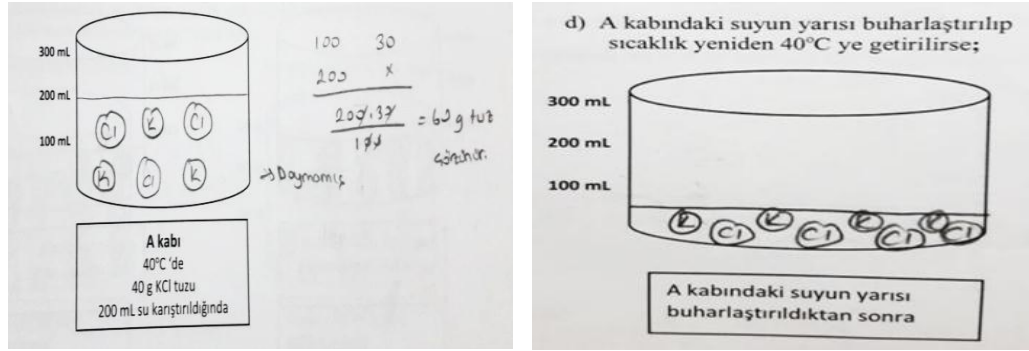
Katılımcıların yarısından fazlası ($n=20$) doymamış çözeltiyi temsil eden A kabındaki çözeltideki suyun yarısı buharlaştırıldığında çözünen tanecik sayısını azaltarak doğru çizim yapmışlardır. Fakat bu katılımcıların çoğunluğu ($n=11$) çözünen tanecik sayısını azaltarak dipte katı oluşumunu gösterirken bazıları dipte katı oluşumunu göstermeyerek sadece çözünen tanecik sayısını azaltmışlardır. Ö27 kodlu katılımcıya ait doğru çizim örneği aşağıdaki verilmiştir.

Şekil 63. Ö27 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



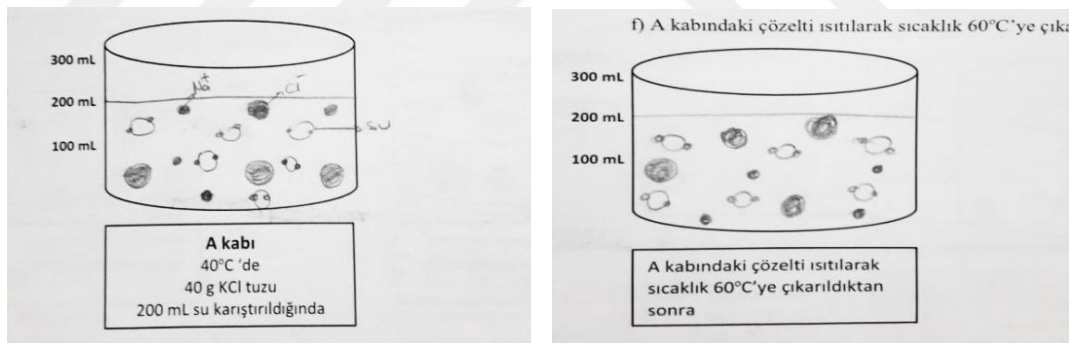
Bunların dışında, bazı katılımcılar çözünen tanecik sayısını değiştirmeyerek ($n=5$) veya artırarak ($n=2$) yanlış çizimler yapmışlardır (Tablo 21). Örneğin, Ö2 kodlu katılımcı aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi çiziminde çözünen tanecik sayısını arttırmıştır.

Şekil 64. Ö2 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim

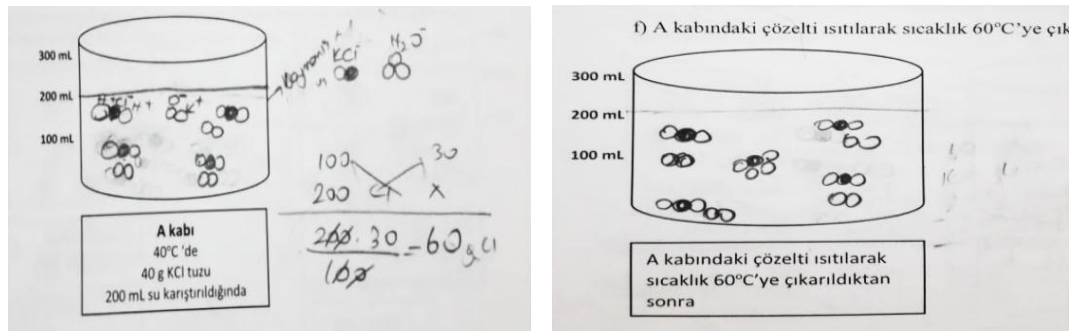


Doymamış çözeltiyi temsil eden A kabındaki çözelti ısıtılarak sıcaklık 60°C'ye çıkartılırsa katılımcıların yarısına yakını (n=18) çözünen tanecik sayısının değişmediği yönünde doğru çizim yaparken bazı katılımcılar çözünen tanecik sayısının arttığı (n=5) veya azaldığı (n=5) yönünde çizim yapmışlardır (Tablo 21). Örneğin, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi Ö32 kodlu katılımcı çiziminde çözünen tanecik sayısının değişmeyeceğini gösterirken (Şekil 65) Ö31 kodlu katılımcı çözünen tanecik sayısını arttırmıştır (Şekil 66).

Şekil 65. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim

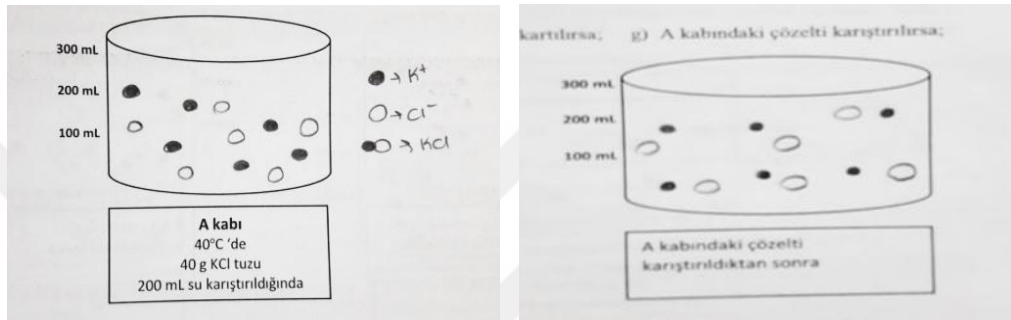


Şekil 66. Ö1 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim

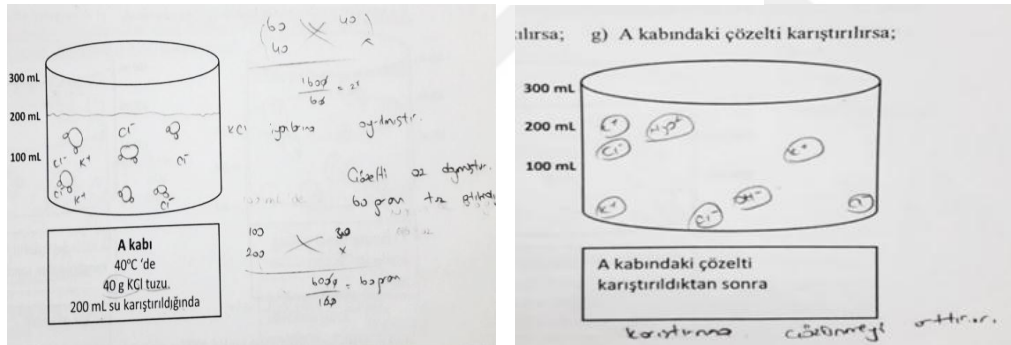


Tablo 21 incelendiğinde katılımcıların çoğunluğu (n=19) doymamış çözeltiyi temsil eden A kabındaki çözelti karıştırıldığında çözünen tanecik sayısını değiştirmeden çizim yaparken bazı katılımcılar çözünen tanecik sayısının arttığı (n=5) veya azaldığı (n=4) yönünde çizim yapmışlardır. Örneğin, Ö25 kodlu katılımcı tanecik boyutunda yapmış olduğu çiziminde karıştırma işlemi ile çözünen tanecik sayısının değişmeyeceğini doğru bir şekilde çizerken (Şekil 67), Ö10 kodlu katılımcı çiziminde çözünen tanecik sayısını azaltarak yanlış çizim yapmıştır (Şekil 68).

Şekil 67. Ö25 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim

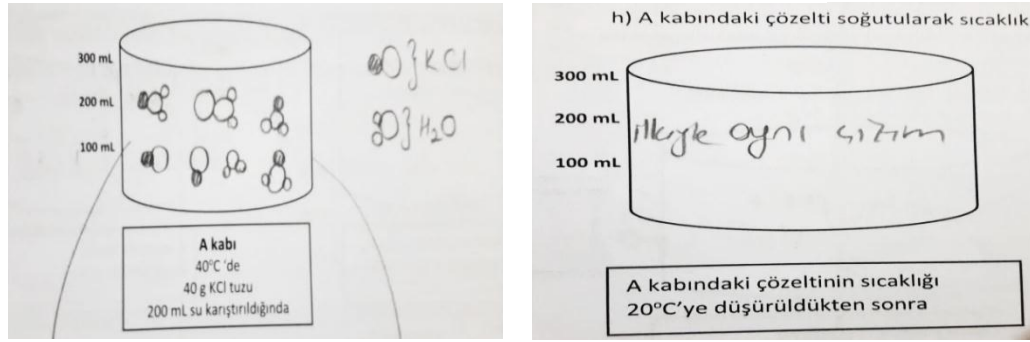


Şekil 68. Ö10 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim

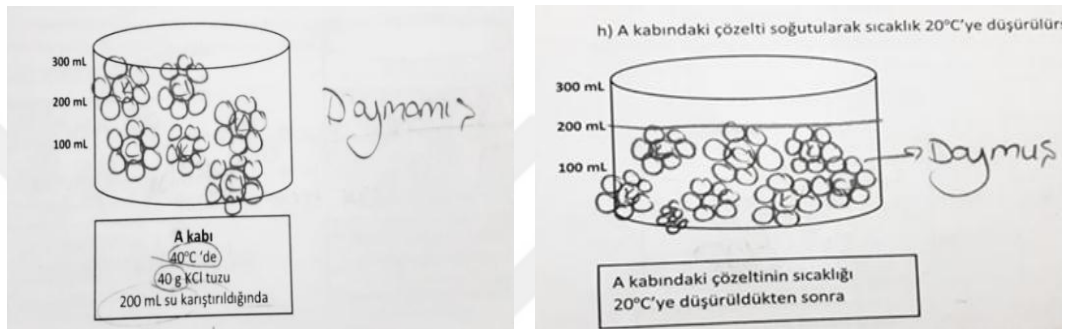


Doymamış çözeltiyi temsil eden A kabındaki çözelti soğutulmuş sıcaklık 20°C'ye düşürülürse katılımcıların yarısına yakını (n=12) çözünen tanecik sayısının değişmediği yönünde doğru çizim yaparken katılımcıların yarısından fazlası çözünen tanecik sayısının azaldığı (n=15) veya arttığı (n=1) yönünde çizim yapmışlardır (Tablo 21). Örneğin, aşağıdaki çizimlerde görüldüğü gibi Ö36 kodlu katılımcı çiziminde çözünen tanecik sayısının değişmediğini belirtirken (Şekil 69) Ö6 kodlu katılımcı çiziminde A kabındaki çözelti soğutulduğunda çözünen tanecik sayısının arttığını göstermiştir (Şekil 70).

Şekil 69. Ö36 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



Şekil 70. Ö6 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



Testin ikinci bölümünde yer alan 12.soruda yine öğretmen adaylarının çözümlüğe etki eden faktörlere dair submikroskopik seviyedeki anlamaları ortaya konulmaya çalışılmıştır. İlgili soruda öğretmen adaylarından KCl tuzununun sıcaklık-çözünürlük grafiğini dikkate alarak 40°C 'de 80 g tuz ile 200 mL su karıştırıldığında oluşan çözelti için tanecik boyutunda çizim yapmaları istenmiştir. Katılımcıların yapmış oldukları çizimler doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak gruplandırılmıştır (Tablo 22).

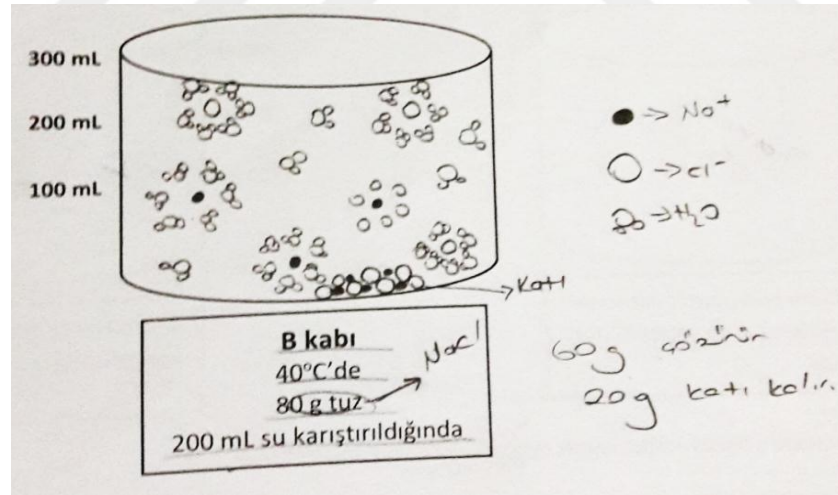
Tablo 22. Testteki 12.soruya ait bulgular

	Açılımlar	Katılımcı sayısı
Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> KCl iyonları gösterme (K^+ ve Cl^-) KCl tuz iyonlarını su ile sarmalama Su ve tuz iyonlarındaki etkileşim yönlerini gösterme Dipte katı gösterme (doymuş çözelti çizimi) Su moleküllerini gösterme 	4

Kısmen Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> • KCl iyonları gösterme (K^+ ve Cl^-) • Dipte katı gösterme (doymuş çözelti çizimi) 	8
Yanlış Çizim	<ul style="list-style-type: none"> • Tuz iyonlarını göstermeyen/Tuz taneciklerini (O)şeklinde çizen • Dipte katı göstermeyen 	21
Tancik boyutnda çizim yapamayan		3

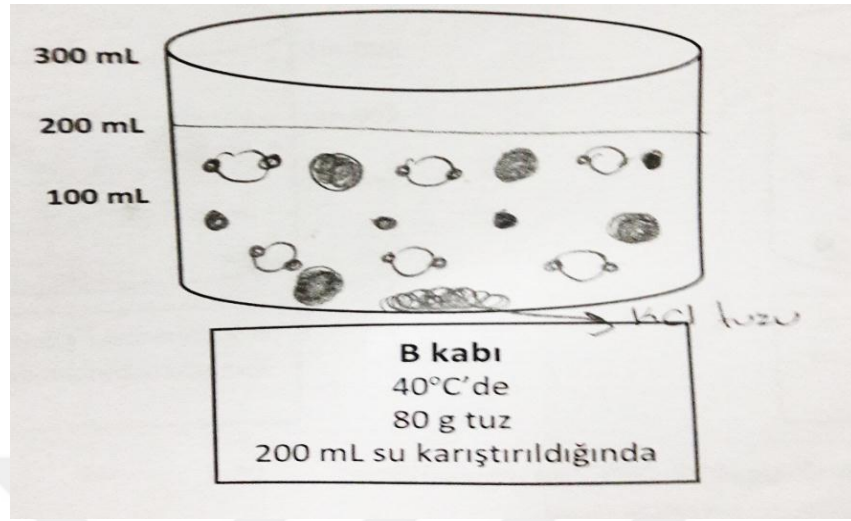
Elde edilen bulgulara göre sadece 4 katılımcı çizimlerinde tuzu (KCl) iyonlarına (K^+ ve Cl^-) ayrıştırarak her bir tuz iyonunun etrafını su tanecikleri ile sarmalandığını doğru bir şekilde göstermişlerdir. Ayrıca verilen değerlere göre doymuş bir çözelti oluşacağından bu katılımcılar dipte katı oluşumunu da göstermişlerdir. Örneğin, Ö30 kodlu katılımcının tanecik boyutunda yapmış olduğu çizim örneği aşağıda verilmiştir.

Şekil 71. Ö30 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



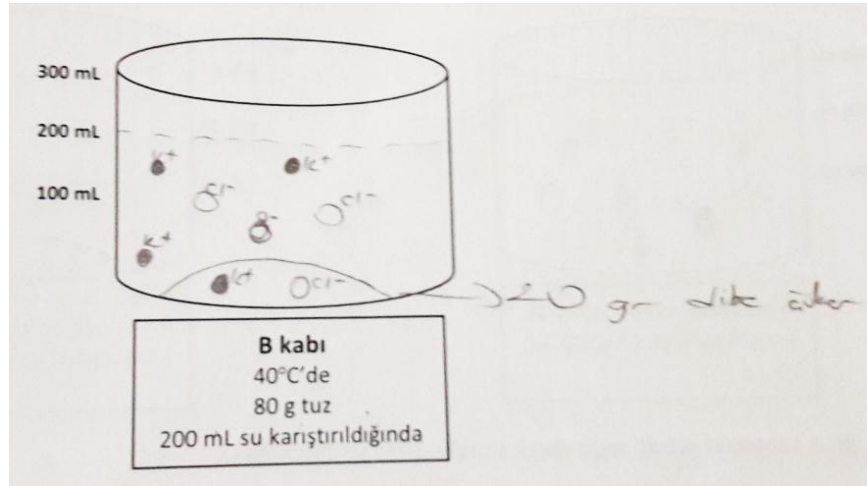
Kısmen doğru çizim olarak kodlanan bazı çizimlerde (n=5) katılımcılar tuzu (KCl) iyonlarına (K^+ ve Cl^-) şeklinde, suyu tanecik şeklinde ve dipte tuz katısı göstermelerine rağmen su moleküllerinin tuz iyonlarını nasıl sarmaladığını göstermemişlerdir ya da yanlış göstermişlerdir. Örneğin, 32 kodlu katılımcının yapmış olduğu çizim örneği aşağıda verilmiştir.

Şekil 72. 32 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



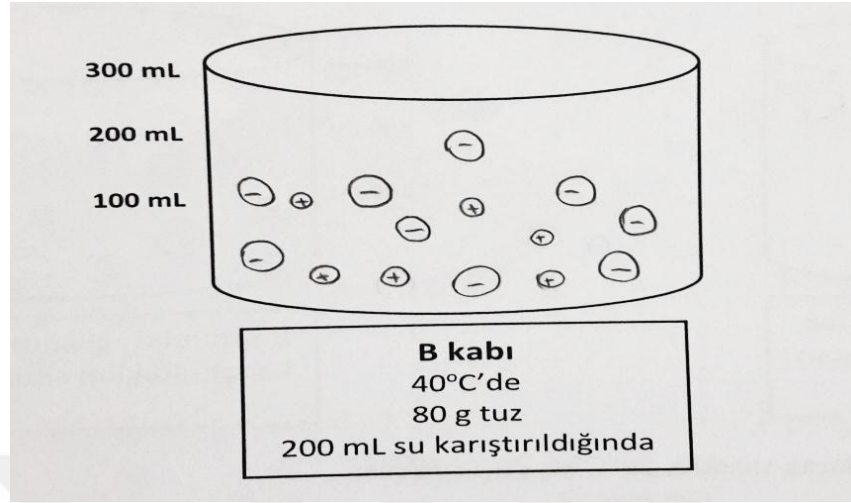
Kısmen doğru çizim yapan bazı katılımcılar (n=3) ise çizimlerinde tuzu (KCl) iyonlarına (K^+ ve Cl^-) ayrıştırarak ve dipte tuz katısı göstermelerine rağmen su moleküllerini göstermemişlerdir. Örneğin, Ö18 kodlu katılımcının yapmış olduğu çizim aşağıdaki gibidir.

Şekil 73. Ö18 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



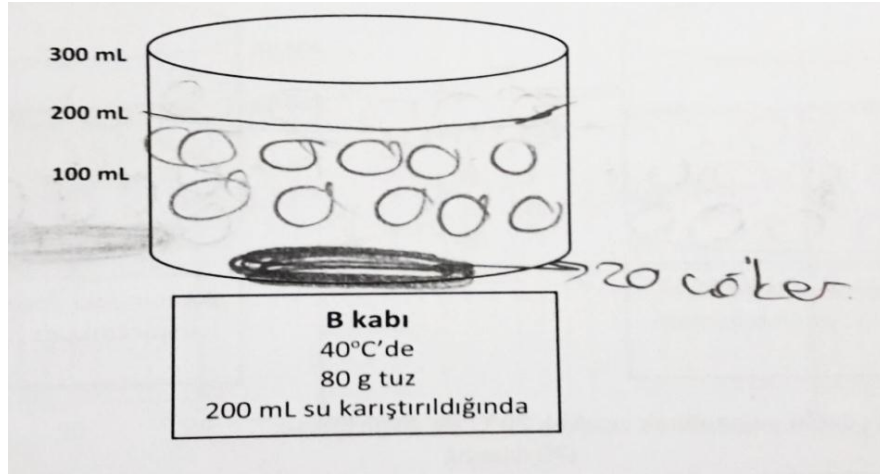
Yanlış çizim olarak kodlanan bazı çizimlerde (n=17) katılımcılar soruda verilen değerler ile doymuş çözeltiye dair çizim yapmaları gerekirken kabın dibinde tuz katısı göstermemişlerdir. Örneğin, Ö24 kodlu katılımcı aşağıdaki gibi bir çizim yapmıştır.

Şekil 74. Ö24 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



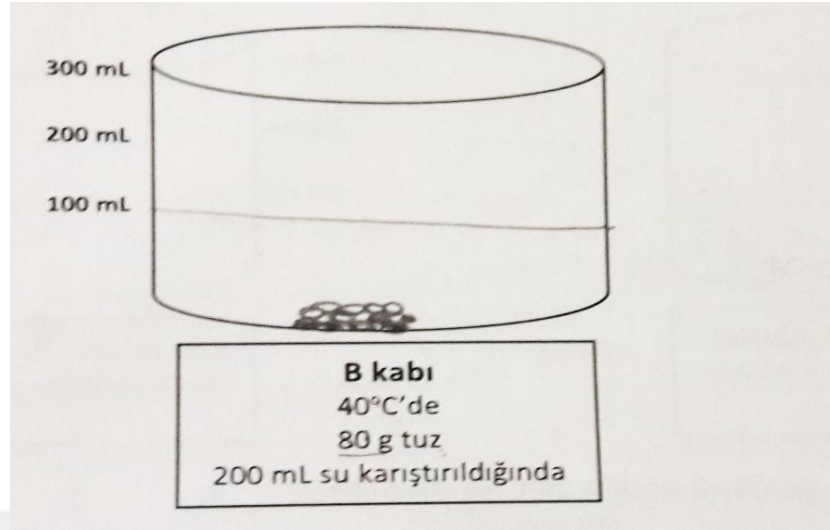
İki katılımcı ($n=2$) ise çizimlerinde kabın dibinde katı göstermelerine rağmen, tuzu iyonlaştırmadan tek bir tanecik olarak gösterdikleri için çizimleri yanlış çizim olarak ele alınmıştır. Örneğin, Ö6 kodlu öğretmen adayının yapmış olduğu çizim aşağıdaki verilmiştir.

Şekil 75. Ö6 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



Ayrıca iki katılımcı çizimlerin de sadece kabın dibinde katı göstermişlerdir. Örneğin, Ö5 kodlu katılımcının çizimi şu şekildedir.

Şekil 76. Ö5 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



Son olarak üç katılımcı ise tanecik boyutunda çizim yapamamıştır.

Testte yer alan 13.soruda ise öğretmen adaylarından 12. Soruda belirtilen çözeltiliye bazı değişiklikler (tuz ilave edilmesi, su ilave edilmesi, çözeltinin yarısının dökülmesi, suyun yarısının buharlaştırılması, çözeltinin ısıtılması, çözeltinin soğutulması ve çözeltinin karıştırılması) yapıldığında tanecik boyutunda nasıl değişiklikler olacağını gösteren çizimler yapmalarını istenmiştir. Bu soruyla öğretmen adaylarının çözünlüğe etki eden faktörlere dair submikroskopik boyuttaki anlamaları ortaya konulmuştur. Bunun için 12.soruda doğru veya kısmen doğru çizim yapan katılımcıların (n=12) 12.sorudaki çözeltiliye yapılan her bir değişiklik için yaptıkları çizimler analiz edilerek elde edilen bulgular Tablo 23'te sunulmuştur.

Tablo 23. Testteki 13.soruya ait bulgular

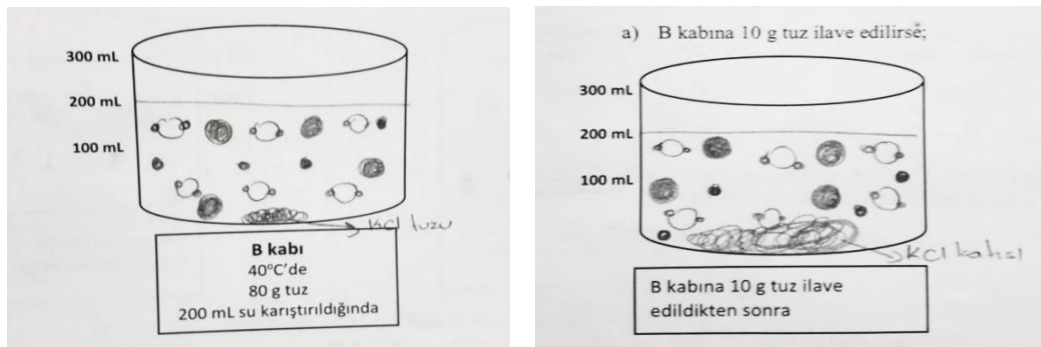
	Çözünen Tanecik sayısı			Dipte katı oluşumu				
	Artar	Azalıır	Değişmez	Var	Artar	Azalıır	Değişmez	Yok
A kabına 10 g tuz ilave edilirse	2	1	9*	2	8*		1	
A kabına 100 mL su ilave edilirse	12*					1		11*

A kabındaki çözeltinin yarısı dökülürse	9*	3	2	5	5*		
A kabındaki suyun yarısı buharlaştırılırsa	9*	2	10*		1		
A kabındaki çözelti ısıtılarak sıcaklık 60°C'ye çıkartılırsa	7*	1	3	1	1	9*	
A kabındaki çözelti karıştırılırsa	2		10*	2		9*	2
A kabındaki çözelti soğutulularak sıcaklık 20°C'ye düşürülürse		5*	7	10*		1	

*Doğru çizim

Dibinde katısı ile doymuş çözeltiyi temsil eden A kabına 10 g tuz ilave edildiğinde çözünürlük sıcaklık grafiğine göre ilave edilen tuzun çözünmeyerek çözeltideki çözünen tanecik sayısının değişmeyip katı miktarının artacağını katılımcıların çoğu (n=9) çizimlerinde doğru şekilde göstermiştir. Örneğin, Ö32 kodlu katılımcıya ait çizim aşağıdaki gibidir.

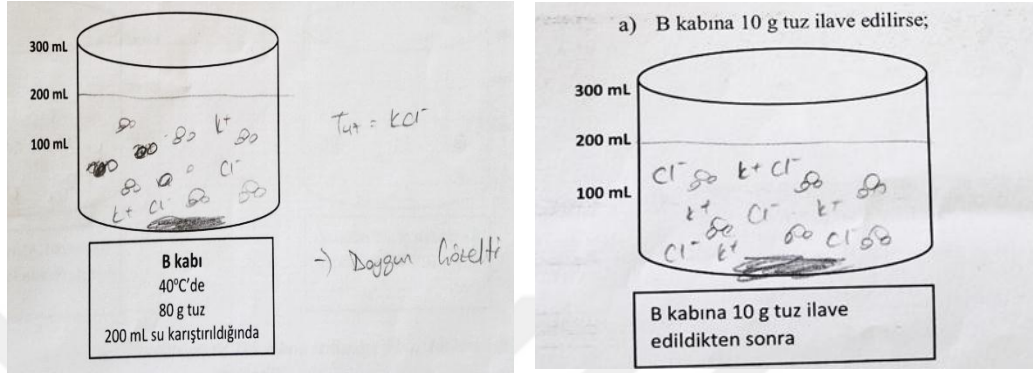
Şekil 77. Ö32 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



Diğer taraftan, iki katılımcı tuz ilavesi ile çözünen tanecik sayısının artacağını düşünürken bir katılımcı çözünen tanecik sayısının azalacağı yönünde çizim yapmıştır

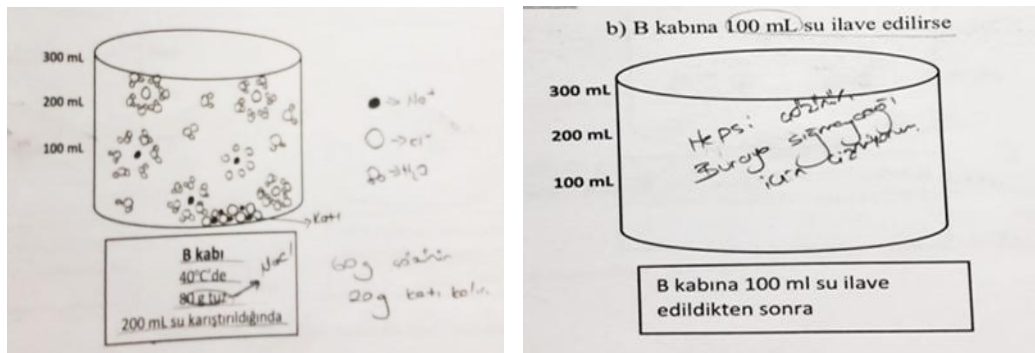
(Tablo 23). Ö23 kodlu katılımcı yapmış olduğu aşağıdaki tanecik boyutunda çiziminde çözünen tanecik sayısını arttırmıştır.

Şekil 78. Ö23 kodluya ait tanecik boyutunda çizim



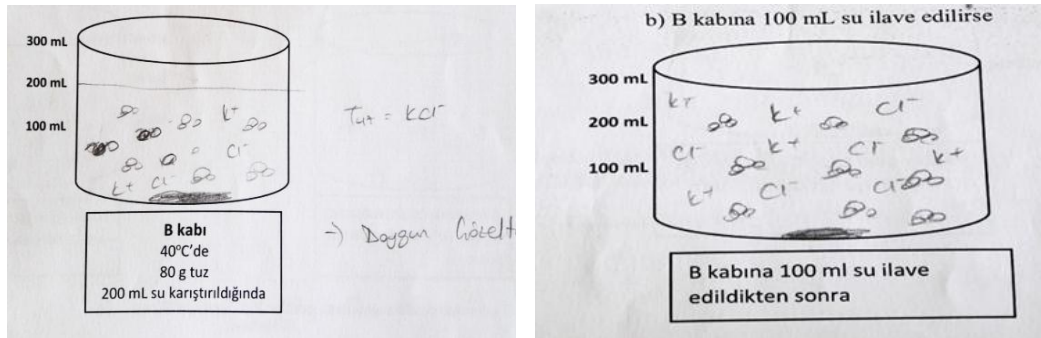
Tablo 23 incelendiğinde dibinde katısı ile doymuş çözeltiyi temsil eden A kabına 100 mL su ilave edildiğinde katılımcıların tamamı (n=12) kabın dibindeki katının çözünerek çözeltideki çözünen tanecik sayısının artacağını çizimlerinde doğru şekilde temsil ettikleri görülmektedir. Fakat bu katılımcılardan bir tanesi çözünen tanecik sayısının artacağını belirtmesine rağmen dipte yine katı madde göstermiştir. Örneğin, Ö30 kodlu katılımcı aşağıdaki yapmış olduğu çizimde dipteki katının tamamen çözüneceğini belirtmiştir.

Şekil 79. Ö30 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



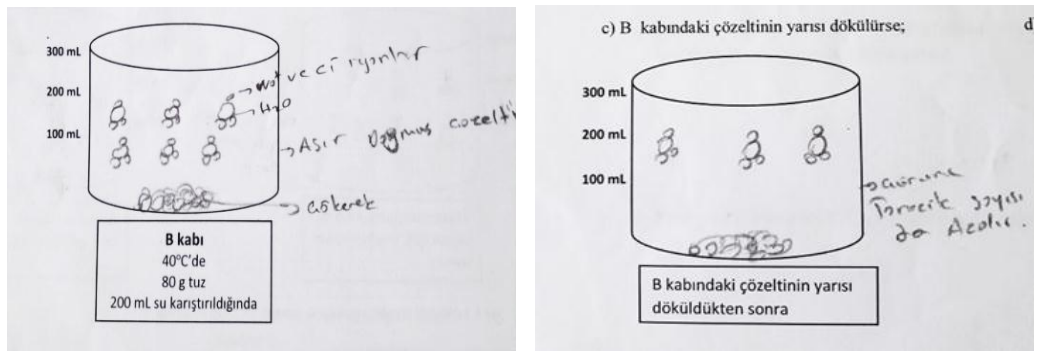
Ö23 kodlu katılımcı ise yapmış olduğu tanecik boyutundaki aşağıdaki çiziminde çözünen tanecik sayısını arttırmış fakat kabın dibinde yine katı göstermiştir.

Şekil 80. Ö23 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



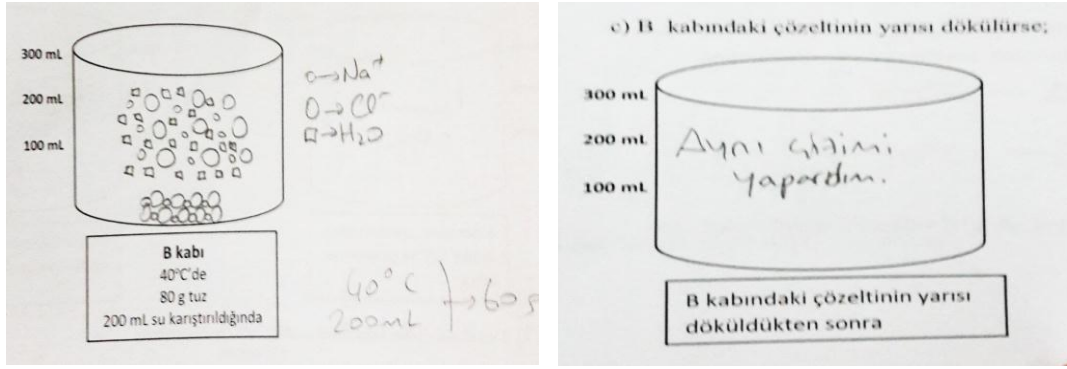
Katılımcılara dibinde katısı ile doymuş çözeltiyi temsil eden A kabındaki çözeltinin yarısı döküldüğünde ne olur diye sorulduğunda katılımcıların çoğunluğu (n=9) çözeltinin hacminin yanı sıra çözeltideki çözünen tanecik sayısının da azaldığını gösteren doğru çizimler yapmışlardır. Fakat bu katılımcılardan sadece 3 kişi kaptaki halen katı olduğunu çizimlerinde gösterirken bazı katılımcılar var olan katının azaldığı (n=5) veya arttığı (n=2) yönünde yanlış çizimler yapmışlardır. Örneğin, Ö17 kodlu katılımcıya ait doğru çizim aşağıdaki gibidir.

Şekil 81. Ö17 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



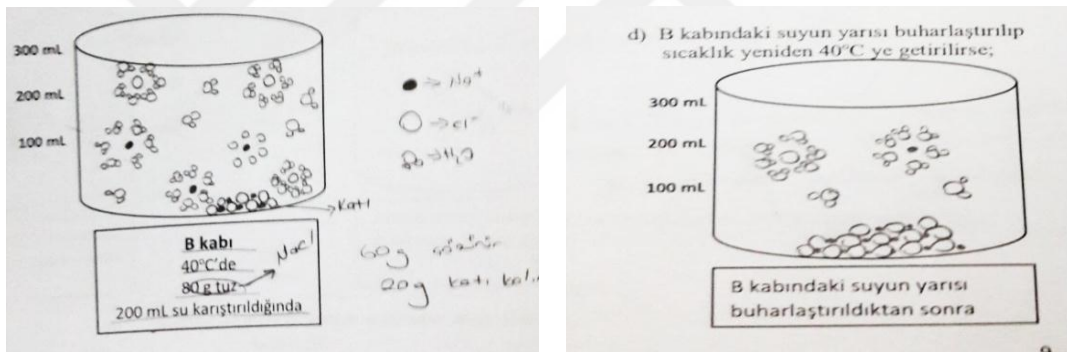
Bunun yanı sıra üç katılımcı çözeltinin yarısı döküldüğünde çözünen tanecik sayısının değişmeyeceği yönünde yanlış çizimler yapmışlardır (Tablo 23).

Şekil 82. Ö33 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



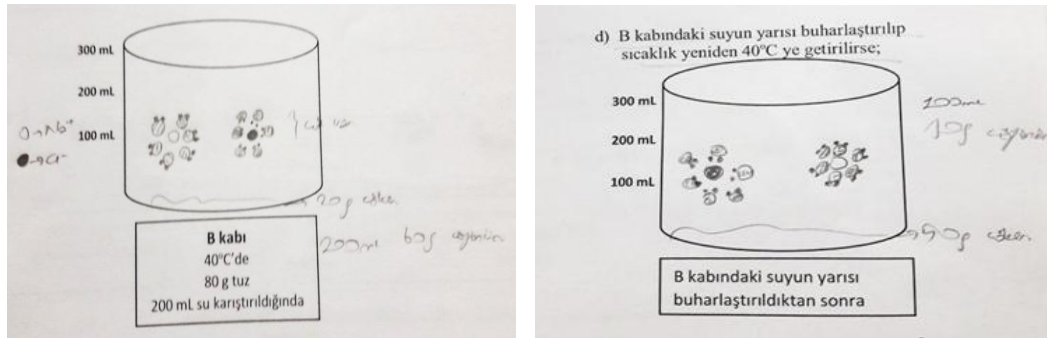
Katılımcıların çoğunluğu (n=9) dibinde katısı ile doymuş çözeltiyi temsil eden B kabındaki çözeltideki suyun yarısı buharlaştırıldığında çözünen tanecik sayısını azaltarak dipte katı oluşumunu göstereren doğru çizimler yapmışlardır. Örneğin, Ö30 kodlu katılımcıya ait çizim aşağıdaki gibidir.

Şekil 82. Ö30 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



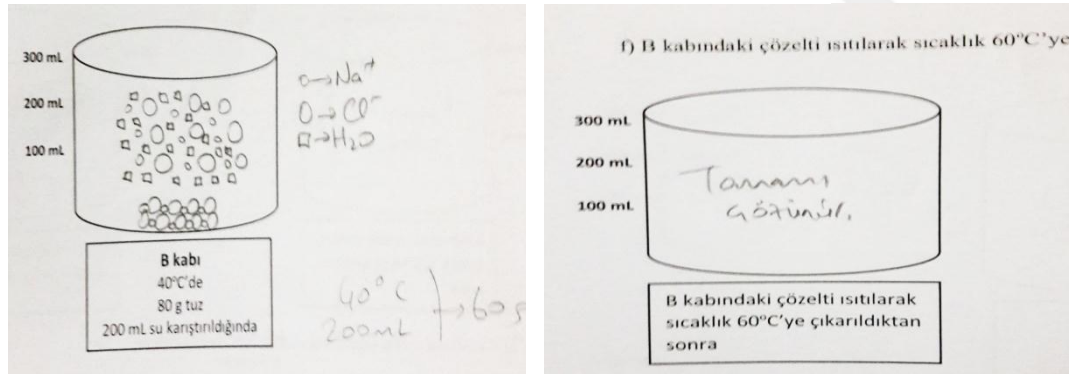
Bunların dışında, üç katılımcı çözünen tanecik sayısını değiştirmeyerek veya arttırarak yanlış çizimler yapmışlardır (Tablo 23). Örneğin, Ö26 kodlu katılımcı çiziminde katı miktarını arttırmasına rağmen çözünen tanecik sayısını değiştirmeyerek aşağıda görülen çizimi yapmıştır.

Şekil 83. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



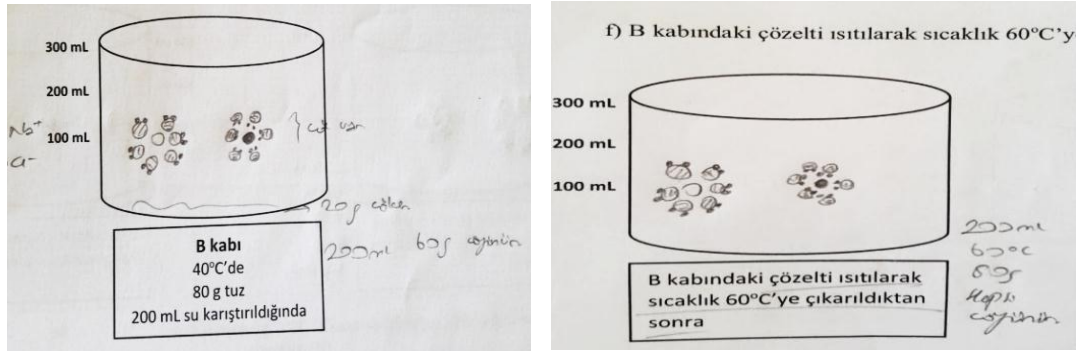
Dibinde katısı ile doymuş çözeltiyi temsil eden A kabındaki çözelti ısıtılarak sıcaklık 60°C'ye çıkartılırsa katılımcıların yarısına yakını ($n=7$) kabın dibindeki katının çözünerek çözünen tanecik sayısının arttığı yönünde doğru çizim yaparken bazıları çözünen tanecik sayısının değişmeyeceği ($n=3$) veya azalacağı ($n=1$) yönünde yanlış çizimler yapmışlardır (Tablo 23). Örneğin, Ö33 kodlu katılımcının tanecik boyutunda yapmış olduğu aşağıdaki çiziminde kabın dibindeki katının çözüneceğini ve çözünen tanecik sayısının artacağını belirterek doğru çizim yapmıştır.

Şekil 84. Ö33 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



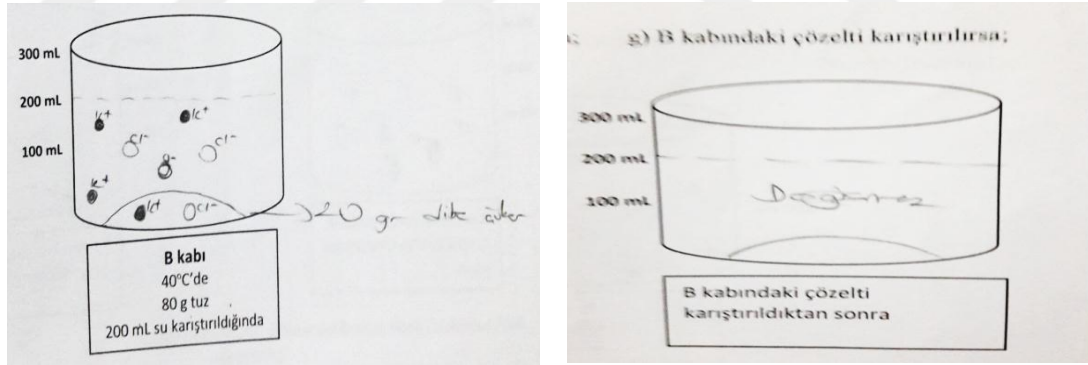
Ö26 kodlu katılımcı ise tanecik boyutunda yapmış olduğu aşağıdaki çiziminde kabın dibindeki katının çözüneceğini doğru bir şekilde belirtirken artması gereken çözünen tanecik sayılarını değiştirmeyerek yanlış çizim yapmıştır.

Şekil 85. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim

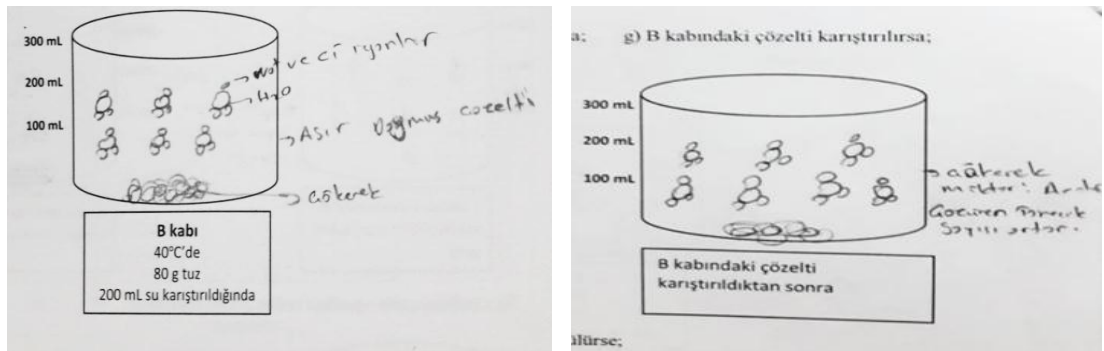


Tablo 23 incelendiğinde katılımcıların çoğunluğu (n=10) dibinde katısı ile doymuş çözeltiyi temsil eden A kabındaki çözelti karıştırıldığında çözünen tanecik sayısını değiştirmeden doğru çizim yaparken iki katılımcı çözünen tanecik sayısının arttığı yönünde yanlış çizim yapmışlardır. Örneğin, Ö18 kodlu kişiye ait doğru çizim (Şekil 86) ve Ö17 kodlu kişiye ait yanlış çizim (Şekil 87) aşağıda verilmiştir.

Şekil 86. Ö18 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim

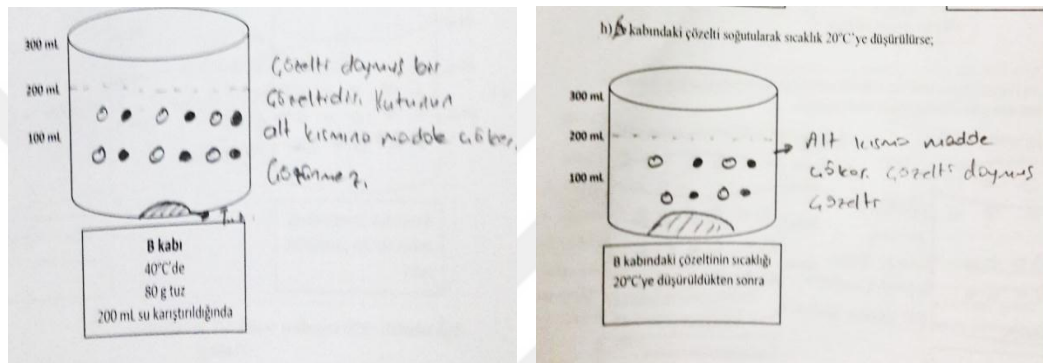


Şekil 87. Ö17 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



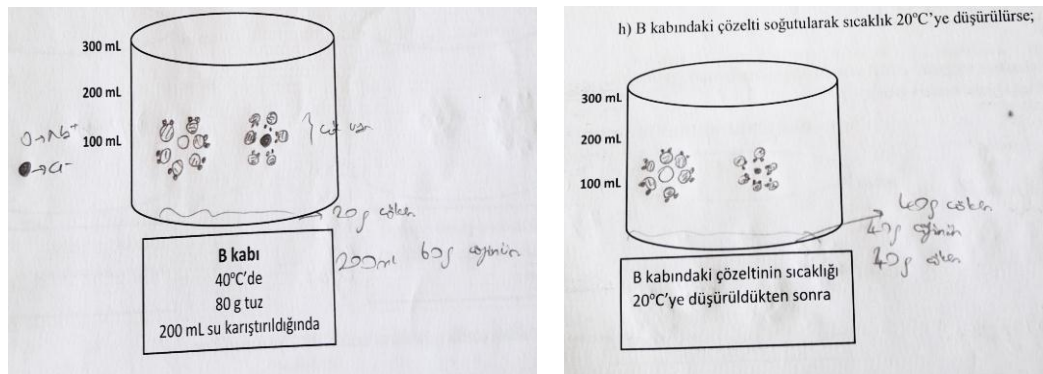
Dibinde katısı ile doymuş çözeltiyi temsil eden A kabındaki çözelti soğutularak sıcaklık 20°C 'ye düşürülürse sadece beş katılımcı çözünen tanecik sayısının azaldığı ve dipteki katı oluşumun arttığı yönünde doğru çizim yaparken katılımcıların çoğunluğu ($n=7$) çözünen tanecik sayısının değişmediği yönünde yanlış çizim yapmışlardır (Tablo 23). Örneğin, Ö8 kodlu kişiye ait doğru çizim örneği aşağıdaki gibidir.

Şekil 88. Ö8 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



Örneğin, Ö26 kodlu katılımcı ise yapmış olduğu tanecik boyutundaki aşağıdaki çiziminde çökeleğin artacağını doğru bir şekilde belirtirken çözünen tanecik sayısını azaltmadığı için yanlış çizim yapmıştır.

Şekil 89. Ö26 kodlu katılımcıya ait tanecik boyutunda çizim



5. BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kimya birçok öğrenci için zor olan derslerin başında gelmektedir. Kimya eğitimi süresince birçok öğrenci kimyayı anlamaya gayret etmesine rağmen çoğu zaman başarısız olmaktadır. Doğası gereği kimya konularının anlaşılabilmesi ancak kimyanın üç temel gösterim seviyeleri arasındaki ilişkinin kurulmasıyla gerçekleşebilir (Gabel, 1998; Gilbert ve Treagust, 2009; Nakhleh, 1992). Bu araştırmada kimya öğretmen adaylarının kimyanın çözünürlük ve çözünürlüğü etkileyen faktörler konusuna ilişkin kimyasal gösterim seviyeleri ve anlama düzeyleri çizimler ile belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada kimya öğretmen adaylarının sorulara verdikleri yanıtlar ve çizimler makroskobik, submikroskobik ve sembolik seviyeye göre analiz edilmiştir.

5.1. Makroskobik seviye ve anlama düzeyi

Öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna dair makroskobik seviyedeki anlama düzeylerini ortaya çıkarmak amacıyla; tuzun ve şekerin suya atılması durumundaki gözlemlerinin neler olacağı, dibinde katısı bulunan bir çözeltinin ne anlama geldiği, çözünürlüğe etki eden faktörlerin neler olduğu ve bu faktörlerin doymamış ve doymuş çözeltilerdeki çözelti ve çözünen kütlelerini nasıl etkileyeceği sorulmuştur. Öğretmen adaylarının tuz ve şekerin suya atılması durumuna dair gözlemlerini ifade ederken makroskobik özelliklerden bahsetmeleri beklenirken bazı öğretmen adaylarının gözlemlenemeyen olaylara değinerek submikroskobik seviyede açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Gözlemlenebilir durumlara dair öğretmen adayları tuz ve şeker suya atıldığında homojen görünme, kaybolma, tat değişikliği, renk değişikliği veya dibe çökme şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Çözünme olayı yaygın olarak alan yazındaki diğer çalışmalarda da hem öğrenciler hem de öğretmen adayları tarafından çözünen maddenin kaybolması olarak tanımlanmaktadır (Avinç Akpınar, 2010; Çalık ve Ayas, 2004; Çalık vd., 2006; Demirbaş vd., 2011; Kabapınar, Leach ve Scott, 2004; Kalın, 2008; Kalın ve Arıkıl, 2010; Kirman Bilgin vd., 2014; Tezcan ve Bilgin, 2004). Alan yazından farklı olarak bazı öğretmen adaylarının katı

maddenin suya atıldığında dibe çökeceğini belirtmesi ise katı maddenin sudan daha yoğun olacağını düşünmelerinden kaynaklanmış olabilir. Bazı öğretmen adaylarının ise gözlemlerine dair açıklamalarında tanecik boyutuna değindikleri için makroskobik boyutta açıklayamadıkları belirlenmiştir. Bu bulgulardan öğretmen adaylarının gözlemlenebilir olaylar hakkında yanlış anlamalara sahip oldukları tuz ve şekerin suya atılması gibi çevrelerinde gördükleri olayları makroskobik boyutta açıklamada yetersiz oldukları ortaya çıkmıştır. Ayrıca taneciklerin iyonlaşması gibi gözle görülemeyen olayları gözlemlenebilir olarak ele almaları öğretmen adaylarının gözlemlenebilir ve gözlemlenemeyen durumları ayırt etmekte zorluk yaşadıkları söylenebilir. Başka bir deyişle öğretmen adaylarının çözünme konusuna dair makroskobik seviyedeki anlamalarında eksiklikler olduğu görülmektedir. Kimyasal gösterim seviyelerinden herhangi birinde yaşanan zorluklar diğer gösterim seviyelerin anlaşılmasını etkileyebileceğinden her üç seviyedeki anlamalarının belirlenmesi kimya öğretiminin etkili olması açısından oldukça önemlidir (Çalık, Ayas, ve Ebenezer, 2005).

Makroskobik seviyedeki anlamalarını ortaya koymak amacıyla öğretmen adaylarına dibinde katısı bulunan bir çözeltinin resmi verilerek ne anlama geldiği sorulduğunda öğretmen adaylarının yarısına yakını çözeltiyi aşırı doymuş olarak nitelendirmişlerdir. Bu bulgu öğrencilerle yapılan alan yazındaki çalışmalarla paralellik gösterip (Kalın, 2010; Kalın ve Arıkıl, 2010) öğretmen adaylarının da doymuş ve aşırı doymuş çözeltilerin makroskobik özelliklerine dair yanlış kavramalara sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumun temel nedenleri arasında öğretmen adaylarının ilkökul ve lise düzeyinde oluşmuş olan kavram yanlışlarının giderilememesi veya yeni kavram yanlışlarının oluşmuş olması durumu ile ilişkilendirilebilir. Kimya öğretmen adaylarının lisans düzeyinde de kavram yanlışlarının devam ettiği ve düzeltilemediğine ilişkilendirilebilir. Öğretmen adaylarının öğrenimleri süresi boyunca yanlış kavramaları ortadan kaldırmaya yönelik programlarda yeterli düzeyde etkinliklerin olmaması ya da konuların yeterince vurgulanamaması bu durumun sürekli olmasına neden olmuş olabilir.

Çözünme, çözelti çeşitlerinde olduğu gibi çalışma sonucunda öğretmen adaylarının çözünürlüğe etki eden faktörlere dair makroskobik seviyedeki anlama düzeylerinin de düşük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının yarısından

fazlasının karıştırma, katıyı toz haline getirme ve su miktarının arttırılmasının katıların çözünürlüğünü etkilediğini belirtmişlerdir. Bu bulgular lise öğrencilerinde tespit edilen yanlış kavramalara öğretmen adaylarında da sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Ahtee ve Varjola, 1998; Eyceyurt Türk, vd., 2014; Kirman-Bilgin vd., 2014; Tezcan ve Bilgin, 2004; Tosun, 2010). Örneğin, Tezcan ve Bilgin (2004) yaptıkları çalışmada lise öğrencilerinin karıştırma işlemi ile daha fazla maddenin çözüneceğini ve çözünmenin çözünen taneciklerinin büyüklüğüne bağlı olduğunu düşündüklerini tespit etmişlerdir. Öğretmen adaylarının da öğrencilerle benzer kavram yanlışlarına sahip olmaları onların üniversite eğitimlerinden önceki yıllardan getirdikleri kavram yanlışlarının bir sonucu olarak düşünülebilir. Elde edilen bu bulgular öğretmen adayların çözünürlüğe etki eden faktörler ile çözünme hızına etki eden faktörleri birbiriyle karıştırdıklarını düşündürmektedir (Tezcan ve Yılmazel, 2004). Günlük hayatta karşılaştığımız çaya şeker atılıp karıştırılma işlemi sonucunda dipteki şekerin çözünmesinin hızlı gerçekleşmesi öğretmen adaylarını karıştırma işleminin çözünen madde miktarını etkilediği düşüncesine itmiş olabilir (Blanco ve Prieto, 1997). Öğretmen adaylarının su miktarının artırılması katıların çözünürlüğünü etkilediği düşünmeleri aynı zamanda çözünürlük kavramı ile çözünen madde miktarını karıştırdıklarını göstermektedir. Çözünürlük değeri çözücü cinsine bağlı olup çözücü miktarından bağımsızdır. Çözücü miktarı arttıkça çözücü içinde daha fazla madde çözünebilirken belirli bir basınç ve sıcaklıkta 100 gram çözücüde çözünebilen en fazla madde miktarı olarak tanımlanan çözünürlük değeri değişmemektedir. Ayrıca, öğretmen adaylarının çözünürlük kavramı ile çözünen madde miktarını konusunda yasadıkları kargaşa öğretmen adaylarının çözeltilere yapılan tuz ilavesi, su ilavesi, çözeltilinin yarısını dökmek, sıcaklığı azaltıp ya da arttırmak ve kapta bulunan suyun bir kısmını buharlaştırmak gibi etkilerde çözelti miktarı üzerindeki etkileri doğru bilmelerine karşın çözünen madde miktarları üzerindeki etkisi konusunda yanlış anlamalara sahip oldukları sonucu ile de örtüşmektedir. Öğretmen adayları doymamış veya doymuş NaCl-Su çözeltilisine su ilave edilmesinde çözeltilinin kütesinin artacağını doğru ifade etmelerine rağmen çözünen madde miktarı için değişmez yerine adayların hemen hemen yarısı artar ya azalır demişlerdir. Ayrıca, su ilavesi çözeltiyi daha seyrek hale getireceği için öğretmen adaylarının su ilave edilmesi sonucu çözünen madde miktarının azaldığını düşünmelerine yol açmış olabilir. Çözeltilinin yarısının dökülmesi işleminde ise

adayların çoğu çözümlü kütlesi için azalır şeklinde doğru cevap vermişlerdir. Fakat çözümlü madde miktarı için adayların büyük bir kısmı değişmez şeklinde yanlış cevap vermiştir. Bu durum öğretmen adaylarının dökme işlemi sonucunda çözümlü miktarının azalacağını çözümlü madde miktarının değişmeyeceğini düşündükleri göstermektedir. Bir başka deyişle, öğretmen adaylarının alan yazında da var alan çözümlünün kütlesinin çözümlü kütlesine eşit olduğu yanlış kavramasına sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Tezcan ve Bilgin, 2004). Bu yanlış anlama çözümlü olayını çözümlü maddenin kaybolması olarak tanımlamalarından kaynaklanmış olabilir. Sıcaklığın etkisine dair öğretmen adayları çözümlü kütlesinin değişmeyeceğini doğru olarak bilmelerine rağmen adayların yarısı çözümlü madde miktarının genellikle artacağını belirterek yanlış anlamalara sahip oldukları görülmüştür. Sıcaklık arttıkça katıların çözümlülüğünün artacağını bildiklerinden her sıcaklık artışında kaptaki madde miktarını düşünmeksizin çözümlü madde miktarının artacağını düşündüklerini göstermektedir. Çözümlünün karıştırılması işleminde ise öğretmen adayları çözümlü kütlesinin değişmeyeceğini doğru bir şekilde cevaplamışlardır. Fakat çözümlü madde miktarında ise yarısına yakını artar şeklinde yanlış cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının çoğu karıştırma işleminin çözümlülüğü etkilediğini düşündüğünden karıştırma işlemi sonucunda kaptaki çözümlü madde miktarının artacağını düşünmektedir. Elde edilen bu bulgular öğretmen adaylarının çözümlülük ve çözümlülüğe etki eden faktörler konusunda çeşitli yanlışlara sahip olduklarını ve kavram kargaşası yaşadıklarını belirten alan yazındaki diğer çalışmalar ile örtüşmektedir (Demirbaş vd. 2011; Eyceyurt Türk vd.,2014; Koray vd., 2007).

5.2. Sembolik seviye ve anlama düzeyi

Öğretmen adaylarının çözümlülük konusuna dair sembolik seviyedeki anlamalarına dair elde edilen bulgular öğretmen adaylarının çoğunun grafik okuma ve ona dair çözümlülük problemlerini çözümlüde başarılı olduklarını gösterirken katılımcıların yarısının grafik çizme konusunda başarısız olduklarını ortaya koymaktadır. Öğretmen adaylarının bazılarının grafik çizerken birim aralıkları eşit ve orantılı olarak göstermedikleri, eksenlere ait değişkenleri yanlış belirledikleri ya sıfır noktasını hatalı gösterdikleri belirlenmiştir. Çözümlülük konusunda olmasa da alan

yazındaki birçok araştırmada da öğretmen adaylarının grafik çizme konusunda özellikle eksen seçiminde ve etiketlemede, birim aralıkları ölçeklendirmede sıkıntı yaşadığı belirlenmiştir (Aydın ve Tarakçı, 2018; Coştu, 2017; Çelik ve Sağlam-Arslan, 2012). Bunun nedeni derslerde ve kitaplarda daha çok grafik okuma ve yorumlama üzerinde durulurken grafik çizme konusundaki becerilerin geliştirilmemesi gösterilebilir. Gültekin (2004, 2009) ders kitaplarının çözeltiler ve özellikleri konusuna ait ölçme değerlendirme etkinlikleri kısmında sadece grafik okuma ve yorumlama gerektiren soruların olduğunu grafik çizimine dair sorular olmadığını belirtmiştir. Gültekin ve Nakiboğlu (2015) lise kimya ders kitaplarının grafik çizme, okuma ve yorumlama becerilerine yönelik katkısını incelediği çalışma sonucunda grafiklerin hazır halde sunulduğunu, daha çok konu anlatımı amacıyla kullanıldığını ve öğrencilerin grafik bilgilerini ölçmede yetersiz olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada özellikle öğrenciler tarafından çizilmesi istenen grafik sayısının ders kitaplarında son derece az olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ders kitaplarındaki duruma benzer olarak, alan yazındaki çalışmalarda öğretmenlerin de derslerinde grafik okuma ve yorumlamaya grafik çizmekten daha çok önem verdikleri tespit edilmiştir (Gültekin, 2004; 2009). Bu durum, Gültekin ve Nakiboğlu'un (2016) kimya öğretmen adaylarının, çözeltiler, çözünürlük ve maddenin halleri konularında grafik öğretime dair pedagojik alan bilgilerini inceledikleri çalışma sonucunda elde ettikleri öğretmen adaylarının grafik öğretmek için yeterli pedagojik alan bilgisine sahip olmadıkları sonucu ile örtüşmektedir. Alan yazındaki çalışmalar öğrencilerin de grafik okuma, yorumlama ve çizme konusunda benzer sıkıntıları olduğu ortaya koyduğundan (Gültekin, 2009; Gültepe, 2016; Yayla ve Özsevgeç, 2015) öğretmen adaylarının grafik becerilerin geliştirilmesi gerekmektedir.

5.3. Submikroskobik seviye ve anlama düzeyi

Öğretmen adaylarının çözünme, çözeltiler, çözünürlük ve çözünürlüğe etki eden faktörler konusuna dair yaptıkları çizimlerden elde edilen bulgular submikroskobik seviyede anlama düzeylerinin de düşük olduğu göstermektedir. Doymamış, doymuş ve aşırı doymuş çözeltilere dair tanecik boyutundaki çizimlerde çok az öğretmen adayının tuzu iyonlarına ayrıştırarak her bir tuz iyonunun su tanecikleri arasındaki çekimi doğru bir şekilde gösterdikleri tespit edilmiştir. Katılımcıların çoğunun çizimlerinde tuz

iyonlarını ve su moleküllerini göstermelerine rağmen su moleküllerinin tuz iyonlarını sarmalamasını göstermedikleri veya yanlış gösterdikleri belirlenmiştir. Başka bir ifadeyle tuz iyonları ve su tanecikleri arasındaki çekimi veya hidrasyon olayını net olarak göstermedikleri için çözünme olayını submikroskopik boyutta tam olarak gösterememişlerdir. Ayrıca, bazı öğretmen adaylarının tanecik boyutuna dair çizimlerde, su taneciklerinin sodyum ve klor iyonlarının her ikisini de aynı yönde/doğrultuda sarmaladıkları ya da sadece iyonlardan birinin sarmalandığını göstermişlerdir. Alan yazındaki öğrencilerle yapılan çalışmalarda submikroskopik boyuttaki çizimlerde öğrencilerin suyu göstermedikleri, çözünen maddeyi su tanecikleri arasındaki boşluklara yerleştirdikleri tespit edilmiştir. Bir başka deyişle, çözücü çözünen arasındaki etkileşimleri ve hidrasyon olayını ele almadıkları belirlenmiştir (Kalm, 2008). Bu çalışma sonucunda, benzer durumların öğretmen adaylarının da olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca bazı katılımcılar tuzu iyonlarına ayırmadan tek tanecik olarak göstererek yanlış çizimler yapmışlardır. Elde edilen bu bulgular öğretmen adaylarının çözünmeye dair submikroskopik seviyedeki anlamalarının düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durumun nedeni olarak ders kitaplarındaki submikroskopik seviye ait gösterimlerin az olması gösterilebilir. Ders kitapları öğretmenlerin anlatacakları ders içeriklerini ve derslerinde kullanacakları etkinlikleri belirlerken kullandıkları ana kaynaklardan birisidir. (Nakiboğlu, 2009; Kanlı ve Yağbasan, 2004). Ayrıca, ders kitapları, öğretmenler dışında öğrenciler için alternatif bir bilgi kaynağıdır (Harrison, 2001). Demirdöğen (2017) Türkiye'deki liselerde okutulan kimya ders kitaplarındaki kimyasal gösterimleri incelediği çalışmasında ders kitaplarında daha çok makroskopik ve sembolik gösterimlerin yer aldığını submikroskopik gösterimlerin ise az olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, kimyasal gösterimlerin birbiriyle ilişkilendirilerek verilmesi gerekliliğini düşünürsek ikili ve üçlü gösterimlerin de ders kitaplarında birada pek kullanılmadığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin kimyasal gösterimleri doğru şekilde algılamaları için kimyasal gösterimlerin kitaplarda yer almasının dışında onlara dair açıklamaların da açık ve net şekilde kitaplarda verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, öğretmenlerinde derslerinde üç temel gösterim seviyelerine açık bir şekilde yer vermeleri gerekmektedir. Demirdöğen (2017) ders kitaplarındaki submikroskopik gösterimlerin yarısına yakınının metin ile ilişkilendirilmediğini ve neleri tasvir ettikleri açıkça belirtilmediğini tespit ederek bu gösterimlerin öğrencilerin anlamlı

öğrenmeleri açısından sorunlu olduğunu belirtmiştir. Ders kitaplarının yanı sıra, öğrencilerin submikroskopik seviyede gerçekleşen olayları zihinlerinde daha iyi canlandırabilmelerini sağlayan bilgisayar destekli simülasyonlar, animasyonlar, videolar yardımıyla derslerin işlenmesi gerekmektedir (Çalık ve Ayas, 2004; Pekdağ, 2010).

Makroskopik boyutta dibinde katısı olan çözeltiyi aşırı doymuş olarak adlandıran katılımcıların aynı zamanda aşırı doymuş çözeltiliye dair çizimlerinde dipte katı gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının makroskopik seviyedeki anlamalarının submikroskopik seviyedeki anlamalarını etkilediğini göstermektedir (Ebenezer ve Erickson,1996; Pekdağ 2010; Velázquez-Marcano, Williamson, Ashkenazi, Tasker ve Williamson, 2004).

Çözünürlüğe etki eden faktörler konusuna ilişkin katılımcıların yarısından fazlası gazların çözünürlüğünün sıcaklık arttıkça azaldığını ve basınç arttıkça arttığını ifade etmesine rağmen bu kişilerin yarısına yakını tanecik boyutunda doğru çizimler yapmışlardır. Diğer yarısının çizimlerinde homojen dağılıma dikkat etmedikleri belirlenmiştir. Bu bulgu, öğretmen adaylarının gaz taneciklerinin buldukları ortamdaki dağılımları ile ilgili submikroskopik boyutta anlama düzeylerinin düşük olduğunu ortaya koyan alan yazındaki çalışmalar ile uyusmaktadır. (Azizoğlu ve Geban, 2016; Koç, 2014). Toplam katılımcıların üçte biri ise gazların çözünürlüğünün sıcaklık arttıkça artacağı ve basınç arttıkça azalacağı yönünde yanlış ifade de bulunarak çizimlerini bu ifadelerine uygun olarak yapmışlardır. Benzer şekilde, Koray ve diğerleri (2007) öğrencilerle yaptıkları çalışmada öğrencilerin soğuk içeceklerde daha az gaz çözümlüklerini düşündüklerini tespit etmiştir. Alan yazındaki bulgulardan farklı olarak bu çalışmada gazların çözünürlüğüne sıcaklığın etkisine dair bazı katılımcıların çizimlerinde sıcaklık ve basınç artışını gaz çıkışı ile yanlış ilişkilendirerek sıcaklık arttıkça gaz çıkışının daha az olacağı ve basınç arttıkça gaz çıkışının fazla olacağı yönünde yanlış kavramaya sahip oldukları belirlenmiştir. Gazlar konusunun da kimya eğitiminde anlaşılması zor olan soyut konular arasında yer aldığı düşünüldüğünde öğretmen adayların gazların çözünürlüğüne dair submikroskopik seviyedeki anlamalarının daha da zorlaşmış olabileceği düşünülebilir. Öğretmen adayları bir kaptaki bulunan gazların sıcak yerden soğuk yerlere götürüldüğünde sadece kabın belirli yerlerinde toplanacağını ve homojen dağılımı submikroskopik boyutta düşünemedikleri

hem yanlış kavrama hem de yanlış çizimler ile göstermişlerdir (Koç, 2014). Öğretmen adaylarından verilen çözünürlük-sıcaklık grafiğini yorumlayarak submikroskopik boyutta çizim yapmaları istenildiğinde bazı öğretmen adaylarının çözeltilerin doymuş veya doymamış olduğunu belirleyemedikleri gözlemlenmiştir. Katılımcıların yarısına yakını verilen değerler ve grafiğe göre çizimlerinde kabın dibinde katı göstermeleri gerekirken çizimlerinde bunu belirtmedikleri görülmüştür. Bu durum, öğretmen adaylarının doymuş ve doymamış çözeltileri kavramlarını makroskopik seviyede bilmelerine rağmen sembolik boyuttaki verileri yorumlayarak submikroskopik seviyeye aktarmada eksiklikleri olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca yine submikroskopik seviyeye ait çizimlerinde su taneciklerinin tuz iyonlarını nasıl sarmaladığını göstermede eksiklikleri ve yanlışları olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgular öğretmen adaylarının çözünmenin nasıl gerçekleştiğine dair submikroskopik seviyedeki anlamalarının yetersiz olduğunu göstermektedir. (Ebenezer ve Erickson, 1996; Gilbert ve Treagust, 2009; Kalın ve Arıkal, 2010; Şimşek, Doymuş ve Karaçöp 2008; Okumuş vd. 2014; Tezcan ve Bilgin 2004).

Çözünürlüğe etki eden faktörlere dair öğretmen adaylarının makroskopik boyutta yanlış anlamalara sahip olduğu daha önce ifade edilmişti. Alan yazındaki çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada öğretmen adaylarının çözünürlüğe etki eden faktörlere dair submikroskopik boyuttaki anlama düzeyleri de belirlenmeye çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının çözünürlüğe etki eden faktörlere dair tanecik boyutundaki çizimleri incelendiğinde submikroskopik boyutta anlamalarının düşük olduğu görülmüştür. Aynı zamanda submikro boyuttaki çizimlerin öğretmen adaylarının makroskopik boyuttaki anlamaları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının çözeltilere su ilavesinde çözünen tanecik sayısının artacağını düşündükleri ve bu yönde çizim yaptıkları gözlemlenmiştir. Bazı katılımcılar ise çözeltilerin seyreltik hale geldiğini belirterek çözünen tanecik sayısını azaltarak çizim yapmışlardır. Bu öğretmen adaylarının çözeltilerin seyreltik veya derişik olması ile çözünürlük arasında yanlış bir ilişki kurdukları söylenebilir. Az sayıda olmakla birlikte bazı katılımcıların tanecik boyutundaki çizimleri çözeltilerin yarısı döküldüğünde çözünen tanecik sayısının değişmeyeceği yönünde submikroskopik seviyede yanlış anlamaya sahip olduğunu göstermiştir. Doymamış çözeltiler için suyun yarısı buharlaştırıldığında çözünen tanecik sayısının azalacağını göstermelerine rağmen bazı katılımcıların çözünmeyen taneciklere

ne olduğunu belirtmedikleri görülmüştür. Başka bir ifadeyle, çözünmeyen taneciklerinin dipte katı olarak birikeceğini göstermemişlerdir. Doymamış çözelti için sıcaklık düşürüldüğünde katıların çözünürlüğünün azalacağını düşünerek grafikteki verileri dikkate almadan çizimlerinde çözünen tanecik sayısının azaldığını göstermişlerdir. Bu durum sembolik boyuta dair bilgileri tanecik boyutundaki çizimlerine entegre edemediklerini göstermektedir. Genel olarak öğretmen adaylarının çözünürlük ve çözünürlüğe etki eden faktörler konusunda gerçekleşen kimyasal olayları zihinlerinde doğru bir şekilde canlandıramamakta ve submikro düzeyde anlamakta güçlük çekmektedirler. Ayrıca, kimyanın temel gösterim seviyeleri olan makroskobik, submikroskobik ve sembolik seviye arasındaki ilişkiyi kuramamaktadırlar. (Coll ve Treagust, 2002; Demirdöğen, 2017; Devetak vd., 2004; Gilbert, 2010; Gilbert ve Treagust, 2009; Wu vd., 2001).

6. BÖLÜM

ÖNERİLER

- Öğretmen adaylarının kimyanın temel gösterim seviyelerini anlamaları ve öğrencilere aktarabilmeleri için pedagojik alan yeterliliğine sahip olması gerekmektedir. Kimyasal gösterimlerin anlaşılabilmesi için özellikle derslerde öğrencilerin daha aktif olması gerekmektedir. Bilimsel bilgilerin anlaşılabilmesi ve karmaşık bilgi durumlarının giderilmesinde kimyasal gösterimlerden faydalanmalıdır. Kimya konularının öğretiminde makroskobik seviye, submikroskobik seviye ve sembolik seviye birlikte ele alınarak ve seviyeler arasındaki geçiş sağlanmalıdır.
- Kimya öğretiminde kimyasal gösterimler bilimsel bir dil haline getirilmelidir. Kimya kavramları sadece sözel değil görseller ile desteklenmelidir.
- Ezbere dayalı test veya buna benzer sorular yerine öğrencileri düşündürecek ve hayal gücünü tanecik boyutta ortaya çıkaracak sorular sorulmalıdır. Ayrıca, kimya öğretimi sırasında ve ders kitaplarında kimyanın üç temel seviyesine uygun sorular sorulmalıdır.
- Öğrencilerin makroskobik seviyede anlamalarını desteklemek amacıyla görsel öğelere daha çok yer verilmelidir. Kimya dersleri laboratuvar ortamında yürütülerek öğrencilerin gözlem yapmalarına imkan verilerek makroskobik seviyedeki değişiklikleri anlamaları sağlanmalıdır. Ayrıca gerçekleşen kimyasal ve fiziksel olayların nedenleri üzerine tartışma veya grup çalışmaları yapılmalıdır.
- Sembolik seviyede öğretim amacı için grafik çizdirme, kimyasal sembollerini kullanma veya matematiksel becerileri ortaya çıkartmak için öğrencileri aktif hale getirmelidirler. Ders ortamında ve kitaplarda öğrencilerin grafik okuma, yorumlama ve çizme becerilerini geliştirmeye yönelik daha fazla soru çözümüne yer verilebilir.
- Kimya öğretimi sırasında submikroskobik seviyeye dair etkinlik ve gösterimlere ağırlık verilmelidir. Submikroskobik düzeyde öğretimin yapılırken taneciklerin davranışları ve tanecikler arası etkileşimler çizimler ile desteklenmelidir. Öğretimin daha da etkili olması için kimyasal ve fiziksel olaylar veya olguların öğretiminde modeller veya teknolojik cihazlar kullanılmalıdır. Örneğin, tanecik boyutunda

gerçekleşen kimyasal olaylar video, animasyon ve simülasyon gibi öğretimi destekleyici gösterimler kullanılarak öğretim yapılmalıdır.

- Ders kitaplarında kimyasal gösterimlerin her üç seviyesine yer verilerek özellikle tanecik boyuttaki gösterimlere daha geniş yer verilmelidir.
- Kimya öğretimler sırasında submikroskopik seviyede gerçekleşen olayları öğrencinin nasıl anladığını ortaya çıkartmak için öğrencilerden tanecik boyutta çizimler ve çizimlerine dair açıklamalar yapmaları istenmelidir.
- Kimya öğretim programlarına öğrencilerin ve öğretmenlerin submikroskopik seviyede düşünebilecekleri kazanımlara göre etkinlikler entegre edilmelidir.



KAYNAKÇA

- Adadan, E., & Savasci, F. (2012). An analysis of 16–17-year-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 34(4), 513-544.
- Ahtee, M., & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305-316.
- Akaygun, S., & Jones, L. L. (2014). Words or pictures: A comparison of written and pictorial explanations of physical and chemical equilibria. *International Journal of Science Education*, 36(5), 783-807.
- Aksoy, M. (2010). *Ortaöğretim kimya dersindeki çözünürlük konusunun kavram haritaları ile öğretilmesinin öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisi*. Selçuk Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Anılan, B. (2017). Fen bilimleri öğretmen adaylarının kimya kavramına ilişkin metaforik algıları. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 7-27.
- Atasoy, B. (2004). *Fen öğrenimi ve öğretimi*. Asil yayın dağıtım.
- Avinç Akpınar, İ. (2010). *Kimyada çözeltiler konusunun öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin geliştirilerek uygulanması ve değerlendirilmesi*. Atatürk Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Ayas, A., & Demirbaş, A. (1997). Turkish secondary students' conceptions of the introductory concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518.
- Ayas, A., & Özmen, H. (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19(2), 45-60.
- Ayas, A., Coştu, B., Çalık, M., Ünal, S., & Karataş, F. Ö. (2001a). Öğretmen adaylarının çözeltiler hazırlama ve laboratuvar malzemelerini kullanma yeterliliklerinin belirlenmesi. *XV. Ulusal Kimya Kongresinde Sunulmuş Bildiri*.
- Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Cerrah, L., & Karamustafaoğlu, O. (2001b). Fen bilimlerinde öğrencilerdeki kavram anlama seviyelerini ve yanlışlarını belirleme yöntemleri üzerine bir inceleme. *X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresinde Sunulmuş Bildiri, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu*.

- Aydın, A., ve Tarakçı, F. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının grafik okuma, yorumlama ve çizme becerilerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 17(1), 469-488.
- Azizoğlu, N., & Geban, Ö. (2016). Students' preconceptions and misconceptions about gases. *Journal of Balıkesir University Institute of Science and Technology*, 6(1), 73-78.
- Balım, A. G., & Ormancı, Ü. (2012). İlköğretim öğrencilerinin "maddenin tanecikli yapısı" ünitesine yönelik anlama düzeylerinin çizim yoluyla belirlenmesi ve farklı değişkenlere göre analizi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 255-265.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B.-S., & Silberstein, J. (1987). Students' visualization of some chemical reactions. *Education in Chemistry*, 24, 117-120.
- Birinci-Konur, K., & Ayas, A. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama seviyeleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 83-90.
- Blanco, A., & Prieto, T. (1997). Pupils' views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: A cross-age study (12 to 18). *International Journal of Science Education* 19, 303-315.
- Cardellini, L. (2012). Chemistry: why the subject is difficult?. *Educación química*, 23, 305-310.
- Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational psychology review*, 14(1), 5-26.
- Cheng, M. & Gilbert, J. K. (2009) Towards a better utilization of diagrams in research into the use of representati lels in chemical education. In: Gilbert JK, Treagust DF (eds) Multiple representations in chemical education, pp 55-73.Springer, The Netherlands.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F. & Mocerino, M. (2002). Constraints to the development of first year university chemistry students' mental models of chemical phenomena. *In Focusing on the Student Proceedings of the 11th Annual Teaching Learning Forum*, 5-6 February 2002. Perth: Edith Cowan.
- Chiu, M. H., Chou, C. C., & Liu, C. J. (2002). Dynamic processes of conceptual change: Analysis of constructing mental models of chemical equilibrium. *Journal of research in science teaching*, 39(8), 688-712.

- 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.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2002). Exploring tertiary students' understanding of covalent bonding. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 241-267.
- Coştu, B., Ayas, A., Açıkkar, E. ve Çalık, M. (2007). Çözünürlük konusu ile ilgili kavramlar ne düzeyde anlaşılıyor? *Boğaziçi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2)13-28.
- Coştu, F. (2017). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının grafik çizme ve yorumlama düzeylerinin belirlenmesi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi: Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2003). Çözeltilerde kavram başarı testi hazırlama ve uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(14), 1-17.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2004). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çözünme hakkındaki anlamaları: Olay odaklı bir karşılaştırma. *Hasan Âli Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 61-81.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2005). A cross-age study on the understanding of chemical solutions and their components. *International Education Journal*, 6(1), 30-41.
- Çalık, M., Ayas, A. ve Ünal, S. (2006). Çözünme kavramıyla ilgili öğrenci kavramalarının tespiti: Bir yaşlar arası karşılaştırma çalışması. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(3), 309-322.
- Çalık, M., Ayas, A., & Ebenezer, J. V. (2005). A review of solution chemistry studies: Insights into students' conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 29-50.
- Çelik, D. ve Sağlam-Arslan, A. (2012). Öğretmen adaylarının çoklu gösterimleri kullanma becerilerinin analizi. *İlköğretim Online*, 11(1), 239-250.
- 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., ve Çil, E. (2009). *Fen ve teknoloji programı ilköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayınları.

- De Berg, K. (2012). A study of first-year chemistry students' understanding of solution concentration at the tertiary level. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(1), 8-16.
- De Jong, O. & Taber, K. (2007). Teaching and learning the many faces of chemistry. In S. K. Abel & N. G. Lederman (Ed). *Handbook of Research on Science Education*, 631-652. Lawrence Erlbaum Associates.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Demirbaş, M., Tanrıverdi, G., Altınışik D. ve Şahintürk Y. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 1(2), 52-68.
- Demircioğlu, H. ve Demircioğlu, G., (2005). Lise 1 öğrencilerinin öğrendikleri kimya kavramlarını değerlendirmeleri üzerine bir araştırma. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 401-414.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G., & Ayas, A. (2004). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı temel kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1).
- Demirdöğen, B. (2017). Examination of chemical representations in Turkish high school chemistry textbooks. *Journal of Baltic Science Education*, 16(4), 472-499.
- Devetak, I., Urbancic, M., Wissiak-Grm, K. S., Krnel, D., & Glazar, S. A. (2004). Submicroscopic representations as a tool for evaluating students' chemical conceptions. *Acta Chimica Slonica*, 51, 799-814.
- Devetak, I.; Vogrinc, J.; & Glazar, S. A. (2009). Assessing 16-year-old students. understanding of aqueous Solution at submicroscopic Level. *Research in Science Education*. 39(2), 157-179.
- Dickson, H., Thompson, C. D., & O'Toole, P. (2016). A picture is worth a thousand words: Investigating first year chemistry students' ability to visually express their understanding of chemistry concepts. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education (formerly CAL-laborate International)*, 24(1).

- Dindar, A. Ç., Bektaş, O., & Çelik, A. Y. (2010). What are the pre-service chemistry teachers' explanations on chemistry topics?. *The International Journal of Research in Teacher Education*, 1(3), 32-41.
- Doymuş, K., ve Şimşek, Ü. (2007). Kimyasal bağların öğretilmesinde jigsaw tekniğinin etkisi ve bu teknik hakkında öğrenci görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 173(1), 231-243.
- Ebenezer, J. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: Animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10, 73-91.
- Ebenezer, J. V., & Erickson, G. L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80(2), 181-201.
- Eyceyurt Türk, G., Akkuş, H. ve Tüzün, Ü. N. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünme ile ilgili imajları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*; 16(2), 65-84.
- Fensham, P. & Fensham, N. (1987). Description and frameworks of solutions and reactions in solutions. *Research in Science Education*, 17, 139-148.
- Gabel, D. (1998). The complexity of chemistry and its implications for teaching. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (Vol. 1, pp. 223-248). London: Kluwer Academic.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- Gabel, D. L. (1993). Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 60, 193-194.
- Gabel, D. L. (Ed.). (1994). *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: MacMillan.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64, 695-697.
- Gilbert, J. K. (2010, April). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching* (Vol. 11, No. 1).
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. F. (2009) Toward a coherent model for macro, submicro and symbolic representations in chemical education. In: Gilbert JK, Treagust DF

- (eds) *Multiple representations in chemical education*, vol 4. Springer, The Netherlands, pp 1–8
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2011). Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(1), 5-14.
- Gödek, Y. (2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünme kavramı hakkındaki düşünceleri. *VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul.*
- Gültekin, C. (2009). *Ortaöğretim 9. Sınıf öğrencilerinin çözümler ve özellikleri konusu ile ilgili grafik çizme okuma ve yorumlama becerilerinin incelenmesi*. Balıkesir Üniversitesi: Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Gültekin, C. (2014). *Ortaöğretim öğrencileri ile üniversite öğrencilerinin hal değişimi, çözümler ve çözünürlük konuları ile ilgili grafik çizme okuma ve yorumlama becerilerinin karşılaştırılması*. Balıkesir Üniversitesi:Yayınlanmamış doktora tezi.
- Gültekin, C. ve Nakiboğlu, C. (2015). Ortaöğretim kimya ders kitaplarının grafikler ve grafiklerle ilgili aktiviteler açısından incelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 43, 211-222
- Gültekin, C. ve Nakiboğlu, C. (2016). Examination of prospective chemistry teachers' pedagogic content knowledge concerning graphs about solutions, solubility, and change of states topics. *The Eurasia Proceedings of Educational ve Social Sciences (EPESS)*, 4, 303-308.
- Gültepe, N. (2016). Reflections on high school students' graphing skills and their conceptual understanding of drawing chemistry graphs. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 16(1), 53-81.
- Harlen, W. (2006). On the relationship between assessment for formative and summative purposes. *Assessment and learning*, 2, 95-110.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31(3), 401-435.
- Hinton, M. E. & Nakhleh, M. B. (1999). Students' microscopic, macroscopic, and symbolic representations of chemical reactions. *The Chemical Educator*, 4(5), 158-167.

- Hodgson, C., & Pyle, K. (2010). *A literature review of Assessment for learning in science*. Slough: Nfer.
- Jaber, L. Z., & BouJaoude, S. (2012). A macro–micro–symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973-998.
- Jansoon, N., Coll, R. K., & Somsook, E. (2009). Understanding mental models of dilution in Thai students. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(2), 147-168.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75-83.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of chemical education*, 70(9), 701.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15.
- Kabapinar, F., Leach, J., & Scott, P. (2004). The design and evaluation of a teaching–learning sequence addressing the solubility concept with Turkish secondary school students. *International journal of science education*, 26(5), 635-652.
- Kalın, B. (2008). *Üniversite öğrencilerinin çözeltiler konusundaki kavram yanılgıları. Balıkesir Üniversitesi: Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.*
- Kalın, B. ve Arıkıl, G. (2010). Çözeltiler konusunda üniversite öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanılgıları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 177-206.
- Kanlı, U. ve Yağbasan, R. (2004). Ortaöğretim fen ve matematik ders kitaplarının eğitimsel tasarımının değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 29(133), 3-10.
- Kapıcı, H. Ö. ve Savaşçı-Açikkalın, F. (2017) Fen eğitiminde ders kitapları ve çoklu gösterimler. Akçay B, Ed., *Fen Bilimleri Eğitimi Alanındaki Öğretmen ve Öğrenme Yaklaşımları*, Pegem A Yayıncılık, Ankara, ss.227-240,
- Kavak, N. (2007). Maddenin tanecikli doğası hakkında ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin imaj oluşturmalarına rol oynama öğretim yönteminin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 327-339.

- Kelly, R. M., & Akaygun, S. (2016). Insights into how students learn the difference between a weak acid and a strong acid from cartoon tutorials employing visualizations. *Journal of Chemical Education*, 93(6), 1010-1019.
- Kelly, R. M., & Hansen, S. J. (2017). Exploring the design and use of molecular animations that conflict for understanding chemical reactions. *Química Nova*, 40(4), 476-481.
- Kelly, R. M., Barrera, J. H., & Mohamed, S. C. (2009). An analysis of undergraduate general chemistry students' misconceptions of the submicroscopic level of precipitation reactions. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 113-118.
- Kıray, S. A. (2016). The pre-service science teachers' mental models for concept of atoms and learning difficulties. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(2), 147-162.
- Kirman-Bilgin, A., Er-Nas, S., ve İpek-Akbulut, H. (2014). Öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna yönelik alternatif kavramlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 371-392
- Koç, Y. (2014). Fen eğitimi öğrencilerinin gazların dağılımını mikro boyutta anlama düzeyleri. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 40-48.
- Koray, Ö., Akyaz, N. ve Köksal, M. S. (2007). Lise öğrencilerinin "çözünürlük" konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 241-250.
- Kozma, R. B. & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968.
- Kozma, R., Chin, E., Russell, J., & Marx, N. (2000). The roles of representations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(2), 105-143.
- Krajcik, J. (1991). Developing students' understanding of chemical concepts. In S. Glynn, R. Yeany, & B. Britton (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 117-147). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lin, J. W. & Chiu, M. H. (2007). Exploring the characteristics and diverse sources of students' mental models of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 29(6), 771-803.

- Marshall, C. & Rossman, G. B. (2006). *Designing qualitative research* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- McBroom, R. A. (2011). Pre-Service science teachers' mental models regarding dissolution and precipitation reactions. Unpublished doctoral dissertation, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.
- McClary, L., & Talanquer, V. (2011). College chemistry students' mental models of acids and acid strength. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 396-413.
- Mocerino, M., Chandrasegaran, A. L., & Treagust, D. F. (2009). Emphasizing multiple levels of representation to enhance students' understandings of the changes occurring during chemical reactions. *Journal of Chemical Education*, 86(12), 1433.
- Mulford, D. R., & Robinson, W. R. (2002). An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 79(6), 739.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of chemical Education*, 69(3), 191.
- Nakiboğlu, C. (2009). Deneyimli kimya öğretmenlerinin ortaöğretim kimya ders kitaplarını kullanımlarının incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD) 10(1)*, 91-101.
- Novick, S., & Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study. *Science education*, 62(3), 273-281.
- Okumuş, S., Öztürk, B., Doymuş, K., & Alyar, M. (2014). Maddenin tanecikli yapısının mikro ve makro boyutta anlaşılmasının sağlanması. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 349-368.
- Önder, İ. (2006). *The effect of conceptual change approach on students' understanding of solubility equilibrium concept*. ODTÜ: Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara.
- Özyalçın-Oskay, Ö. (2007). *Kimya eğitiminde teknoloji destekli probleme dayalı öğrenme etkinlikleri*. Hacettepe Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Pabuçcu, A., & Geban, Ö. (2006). Remediating misconceptions concerning chemical bonding through conceptual change text. *Hacettepe University Journal of Education*, 30, 184-

- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
- Pınarbaşı, T., & Canpolat, N. (2003). Students' understanding of solution chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 80(11), 1328-1332
- Pınarbaşı, T., Canpolat, N., Bayrakçeken, S., Sözbilir, M. ve Doymuş, K. (2002). Öğrencilerin Çözelti Kimyasındaki Bazı Kavramları Anlama Düzeyleri, XVI. Kimya Kongresi, Konya,
- Raviolo, A. (2001). Assessing students' conceptual understanding of solubility equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78(5), 629.
- Sarıtaş, D. ve Tufan, Y. (2013). İndirgemecilik açısından kimya öğretiminde makro ve mikro bilgi seviyeleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(2), 165-192.
- Sevim, S. (2007). *Çözeltiler ve kimyasal bağlanma konularına yönelik kavramsal değişim metinleri geliştirilmesi ve uygulanması*. Karadeniz Teknik Üniversitesi: Yayınlanmamış Doktora tezi.
- Sim, J. H. & Daniel, E. G. S. (2014), Representational competence in chemistry: a comparison between students with different levels of understanding of basic chemical concepts and chemical representations, *Cogent Education*, 1,1-17.
- Stains, M., & Sevian, H. (2015). Uncovering implicit assumptions: a large-scale study on students' mental models of diffusion. *Research in Science Education*, 45(6), 807-840.
- Stavridou, H., & Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and the construction of the chemical reaction concept during secondary education. *International journal of science education*, 20(2), 205-221.
- Şimşek, Ü., Doymuş, K., ve Karaçöp, A. (2008). Çözeltiler ünitesinde uygulanan grup araştırması tekniğinin öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlamalarına ve akademik başarılarına etkisi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(I-II), 87-99.
- Taber, K. (2013). Revisiting the chemistry Triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168,
- Taber, K. S., & Coll, R. K. (2002). Chemical Bonding. In J. K. Gilbert, O. D. Jong, R. Justy, D. F., Treagust, & J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical education: Towards*

research based practice (pp. 213-234). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. BV.

- Tekin, S., Kolomuç, A., & Ayas, A. (2004). Kavramsal değişim metinlerini kullanarak çözünlük kavramını daha etkili öğretebilir miyim. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 85-102.
- Tezcan, H. ve Bilgin, E. (2004). Liselerde çözünlük konusunun öğretiminde laboratuar yönteminin bazı faktörlerin öğrenci başarısına etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 175-191.
- Tezcan, H. ve Yılmazel, S. (2004). Lise öğrencilerinin çözünlük konusundaki kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesi konusunda yöntemlerin ve diğer bazı etkenlerin araştırılması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(3), 323-340.
- Treagust, D. F., Harrison, A. G., & Venville, G. J. (1998). Teaching science effectively with analogies: An approach for preservice and inservice teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 9(2), 85-101.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.
- Tosun, C. (2010). Probleme dayalı öğrenme yönteminin çözeltiler ve fiziksel özellikleri konusunun anlaşılmasına etkisi. *Atatürk Üniversitesi: Yayınlanmamış doktora tezi*
- Tyson, L., Treagust, D. F., & Bucat, R. B. (1999). The complexity of teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 554.
- Uluçınar Sağır, Ş., Tekin, S. ve Karamustafaoğlu, S. (2012). Sınıf öğretmen adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama düzeyleri. *Dicle Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 112-135.
- Ulutaş. B. (2010). *Kimya eğitimi öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki zihinsel modelleri ve bilişsel haritaları*. Gazi Üniversitesi: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Velázquez-Marcano, A., Williamson, V. M., Ashkenazi, G., Tasker, R., & Williamson, K. C. (2004). The use of video demonstrations and particulate animation in general chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 315-323.

- Wang, Z., Chi, S., Luo, M., Yang, Y., & Huang, M. (2017). Development of an instrument to evaluate high school students' chemical symbol representation abilities. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 875-892.
- Wu, H. K. (2003). Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: intertextuality in a high-school science classroom. *Science Education*, 87(6), 868-891.
- Wu, H. K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.
- Yalçın-Çelik, A., Turan-Oluk, N., Üner, S., Ulutaş, B. ve Akkuş, H. (2017). Kimya öğretmen adaylarının asitlik kavramı ile ilgili anlamalarının çizimlerle değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18, 103-124.
- Yayla, G. ve Özsevgeç, T. (2015). Ortaokul öğrencilerinin grafik becerilerinin incelenmesi: Çizgi grafikleri oluşturma ve yorumlama. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1381-1400.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Nitel araştırma yöntemleri*.(7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zoller, U. (1990). Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1053-1065.

EKLER

Ek-1: Çözünürlük ve Kimyasal Gösterim Testi

Adı:

Soyadı :

Sınıf:

Cinsiyet :

Sevgili Öğretmen Adayları;

Bu testte Çözünürlük ve Kimyasal Gösterim seviyeleri ile ilgili açık uçlu sorular bulunmaktadır. Soruların içerisinde yazılı açıklamalar, grafik çizimleri ve tanecik boyutunda çizimler istenmektedir. Vereceğiniz cevapların doğru ve anlaşılır olması çalışmamızın alan yazına katkısı açısından çok önemlidir.

Yardımlarınız ve katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

Cemal GÖKÇE

Yüksek Lisans Öğrencisi

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalı

ÇÖZÜNÜRLÜK VE KİMYASAL GÖSTERİM TESTİ

BÖLÜM 1

Aşağıdaki ifadelerdeki boşlukları “**ARTAR**”, “**AZALIR**” ya da “**DEĞİŞMEZ**” kelimelerinden birini yazarak doldurunuz. (*Not: NaCl tuzunun sudaki çözünürlüğü endotermiktir*)

- 1) **Doymamış** NaCl- Su çözeltine NaCl tuzu ilave edilirse çözeltinin kütlesi
- 2) **Doymamış** NaCl- Su çözeltine NaCl tuzu ilave edilirse çözeltide çözünen madde miktarı
- 3) **Doymamış** NaCl-Su çözeltine su ilave edilirse çözeltinin kütlesi
- 4) **Doymamış** NaCl-Su çözeltine su ilave edilirse çözeltide çözünen madde miktarı
- 5) **Doymamış** NaCl-Su çözeltisinden sabit sıcaklıkta bir miktar su buharlaştırıldığında çözeltinin kütlesi
- 6) **Doymamış** NaCl-Su çözeltisinden sabit sıcaklıkta bir miktar su buharlaştırıldığında çözeltide çözünen madde miktarı

- 7) Doymamış NaCl-Su çözeltisinin yarısı döküldüğünde çözeltinin kütlesi
- 8) Doymamış NaCl-Su çözeltisinin yarısı döküldüğünde çözeltide çözünen madde miktarı
- 9) Doymamış NaCl-Su çözeltisi ısıtılırsa (buharlaşma ihmal edilecek) çözeltinin kütlesi
- 10) Doymamış NaCl-Su çözeltisi ısıtılırsa (buharlaşma ihmal edilecek) çözünen madde miktarı
- 11) Doymamış NaCl-Su çözeltisi bir karıştırıcı ile karıştırıldığında çözeltinin kütlesi
- 12) Doymamış NaCl-Su çözeltisi karıştırıldığında çözünen madde miktarı
- 13) **Doymuş** NaCl-Su çözeltine tuz ilave edilirse çözeltinin kütlesi
- 14) Doymuş NaCl-Su çözeltine tuz ilave edilirse çözünen madde miktarı
- 15) Doymuş NaCl-Su çözeltine su ilave edilirse çözeltinin kütlesi.....
- 16) Doymuş NaCl-Su çözeltine su ilave edilirse çözünen madde miktarı
- 17) Doymuş NaCl-Su çözeltisinden sabit sıcaklıkta bir miktar su buharlaştırıldığında çözeltinin kütlesi
- 18) Doymuş NaCl-Su çözeltisinden sabit sıcaklıkta bir miktar su buharlaştırıldığında çözünen madde miktarı
- 19) Doymuş NaCl-Su çözeltisinin yarısı döküldüğünde çözeltinin kütlesi
- 20) Doymuş NaCl-Su çözeltisinin yarısı döküldüğünde çözünen madde miktarı
- 21) Doymuş NaCl-Su çözeltisi ısıtılırsa (buharlaşma ihmal edilecek) çözeltinin kütlesi
- 22) Doymuş NaCl-Su çözeltisi ısıtılırsa (buharlaşma ihmal edilecek) çözünen madde miktarı
- 23) Doymuş NaCl-Su çözeltisi karıştırıldığında çözeltinin kütlesi
- 24) Doymuş NaCl-Su çözeltisi karıştırıldığında çözünen madde miktarı

BÖLÜM 2

Soru 1: Şekil 1'de bulunan bir miktar tuzu suyun içerisine attığınızda neler gözlemlersiniz? Açıklayınız.



Şekil 1: NaCl Tuzu

Açıklama:

Soru 2: Şekil 2'de bulunan bir miktar şekeri suyun içerisine attığınızda neler gözlemlersiniz? Açıklayınız.



Şekil 2: Şeker

Soru 3: 200 mL suda bir miktar tuz çözüldükten sonra meydana gelen durum aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Şekildeki durum size neyi ifade ediyor? Açıklayınız.

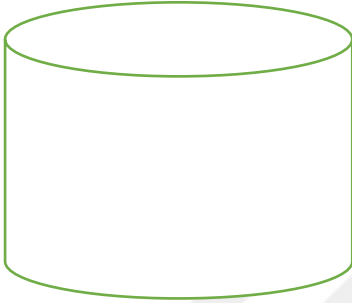


Açıklama:

Soru 4: Bir katının sudaki çözünürlüğü aşağıdaki etkenlerden hangisi veya hangileri ile değişir? (Birden fazla işaretleme yapabilirsiniz.)

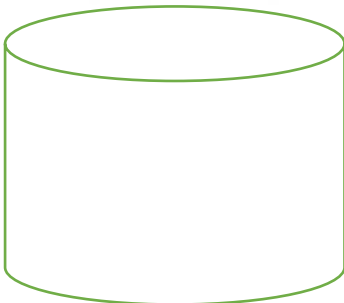
- Çözeltiyi karıştırmak
- Katıyı toz haline getirmek
- Su miktarını artırmak
- Sıcaklığını değiştirmek
- Basıncı değiştirmek
- Katı miktarını artırmak

Soru 5: Aşağıdaki kaplarda aynı sıcaklıkta ve aynı miktarda hazırlanan Tuz-su, Küp şeker-su ve Toz şeker-su çözeltilerini **tanecik boyutta** çizerek, çiziminizi nedenleri ile birlikte açıklayınız?



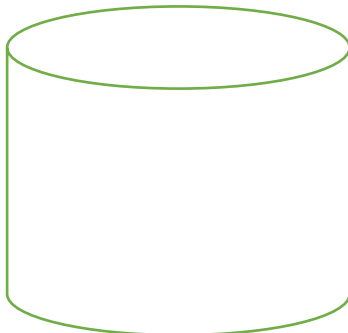
Çiziminize dair açıklamanız:

Şekil 1: 500 mL Doymuş NaCl-Su çözeltisi



Çiziminize dair açıklamalarınız:

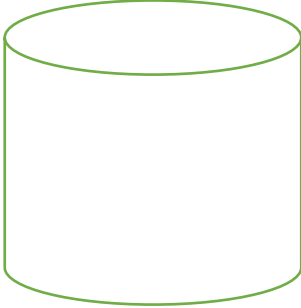
Şekil 2: 500 mL Doymuş Toz şeker (C₆H₁₂O₆)-Su çözeltisi



Çiziminize dair açıklamanız:

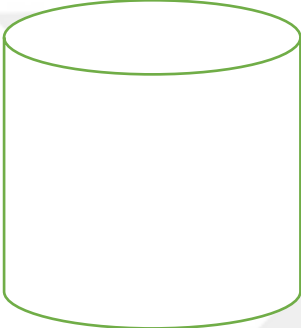
Şekil 3: 500 mL doymuş küp şeker (C₆H₁₂O₆)-su çözeltisi

Soru 6: Farklı sıcaklıklardaki (25°C ve 50°C) iki tane 330 mL'lik gazlı içecek aynı anda açılarak 10 saniye bekleniyor. Açıldıktan 10 saniye sonraki durumda iki kola için **tanecik boyutundaki** çizimlerinizi (sıvı ve gaz taneciklerine ait) aşağıdaki kutucukların içerisine yapınız. Çizimlerinize dair açıklamalarınızı ve nedeninizi yazınız.



25°C , 1 atm

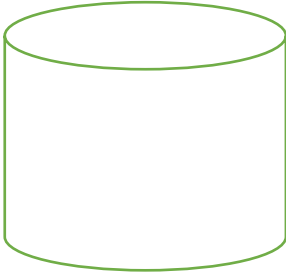
Çiziminize dair açıklama:



50°C , 1 atm

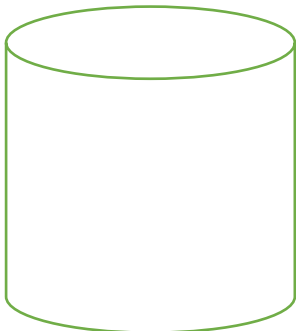
Çiziminize dair açıklama:

Soru 7: Aynı sıcaklıktaki iki tane 330 mL'lik gazlı içecekten birincisi 4 atm basınçta, ikincisi 0,5 atm basınçta aynı anda açılarak 10 saniye bekleniyor. Açıldıktan 10 saniye sonraki durumda iki kola için **tanecik boyutundaki** çizimlerinizi (sıvı ve gaz taneciklerine ait) aşağıdaki kutucukların içerisine yapınız.



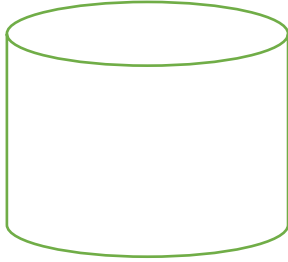
4 atm

Çiziminize dair açıklama:



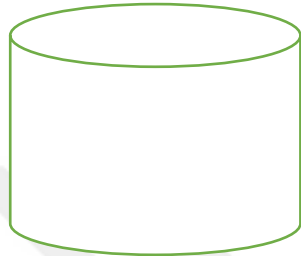
0.5 atm

Soru 8: Aşağıdaki kaplara 25 °C ve 500 mL' de verilen çözeltiler için **tanecik boyutunda** çizim oluşturunuz. Çizimlerinize dair açıklamalarınızı ve nedeninizi yazınız.



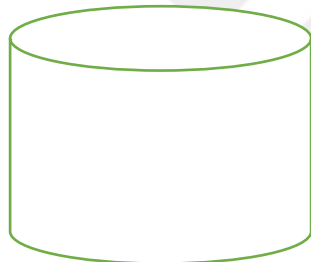
Doymamış NaCl-su çözeltisi

Çiziminize dair açıklama:



Doymuş NaCl-su çözeltisi

Çiziminize dair açıklama:

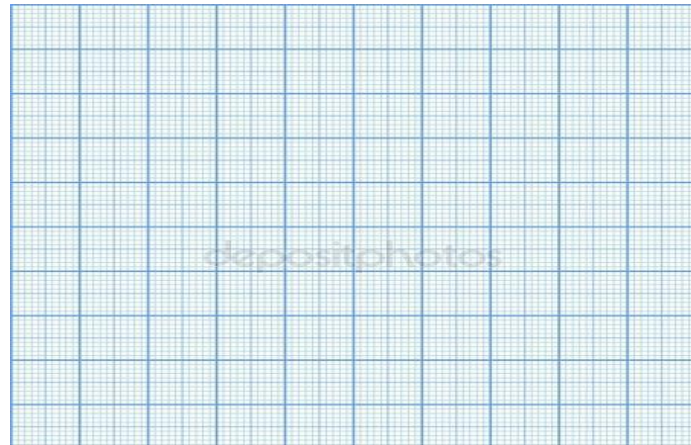


Aşırı doymuş NaCl-su çözeltisi

Çiziminize dair açıklama:

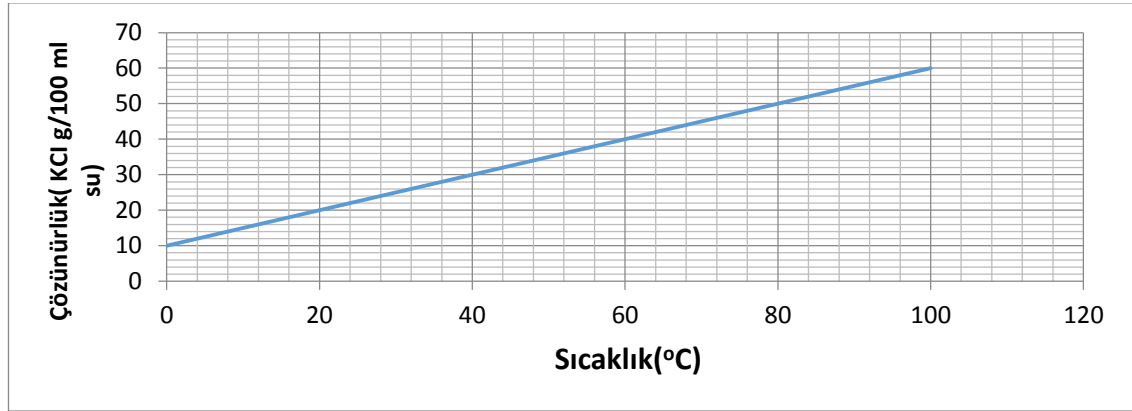
Soru 9: Aşağıdaki tabloda verilen değerleri kullanarak bir **çözünürlük –sıcaklık** grafiği oluşturunuz.

Sıcaklık (°C)	Çözünürlük (X gr/100 gr su)
0	15
10	20
20	28
30	38
40	64
50	72

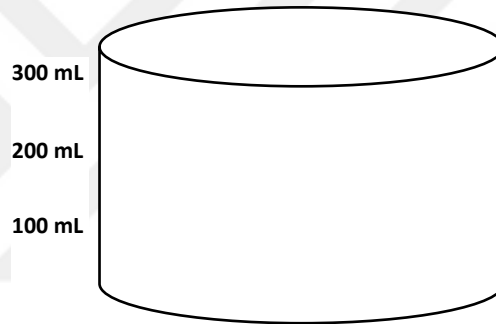


10.,11., 12. ve 13. soruları verilen grafiğe göre cevaplayınız.

Aşağıdaki grafik KCl tuzunun sudaki çözünürlük-sıcaklık değerlerini temsil etmektedir.



Soru 10: Aşağıdaki kutunun içerisine altında verilen bilgileri dikkate alarak **tanecik boyutunda** çiziminizi yapınız?

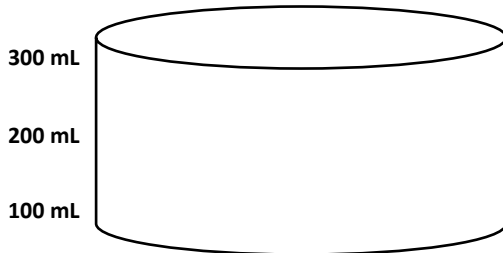


A kabı
40°C 'de
40 g KCl tuzu
200 mL su karıştırıldığında

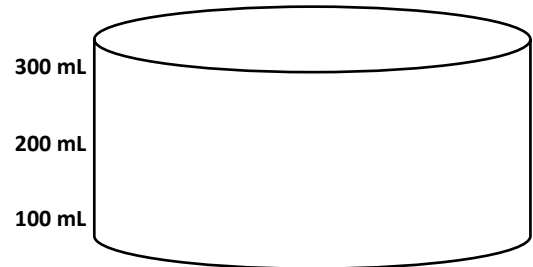
Soru 11: 10. soruda oluşturduğunuz çözeltiye aşağıdaki etkiler yapıldığında ortaya çıkacak durumlara ilişkin **tanecik boyutunda** çizimlerinizi aşağıdaki kaplara yapınız.

a) A kabına 10 g tuz ilave edilirse;

b) A kabına 100 mL su ilave edilirse;

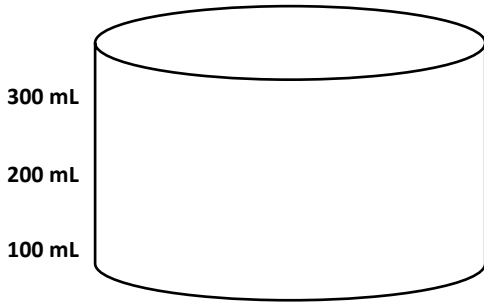


A kabına 10 g tuz ilave edildikten sonra



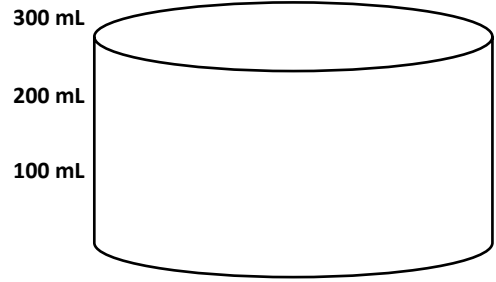
A kabına 100 ml su ilave edildikten sonra

c) A kabındaki çözeltinin yarısı dökülürse;



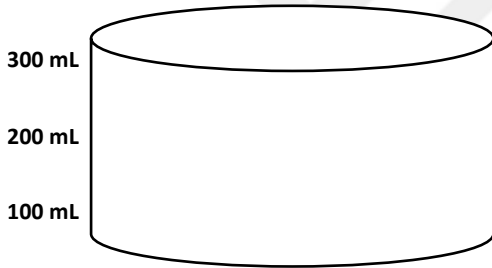
A kabındaki çözeltinin yarısı döküldükten sonra

d) A kabındaki suyun yarısı buharlaştırılıp sıcaklık yeniden 40°C ye getirilirse;



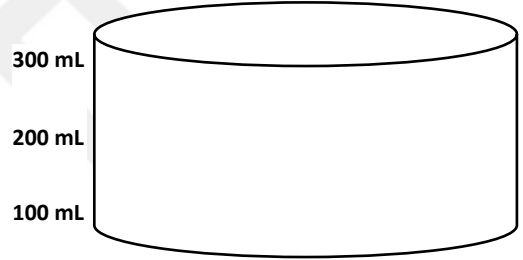
A kabındaki suyun yarısı buharlaştırıldıktan sonra

f) A kabındaki çözelti ısıtılarak sıcaklık 60°C 'ye çıkartılırsa;



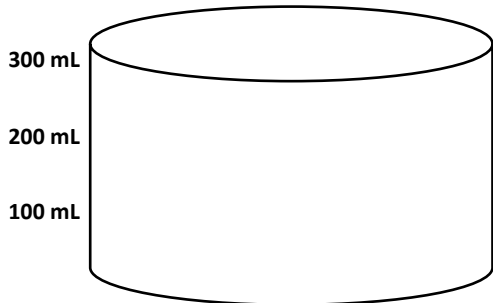
A kabındaki çözelti ısıtılarak sıcaklık 60°C 'ye çıkarıldıktan

g) A kabındaki çözelti karıştırılırsa;



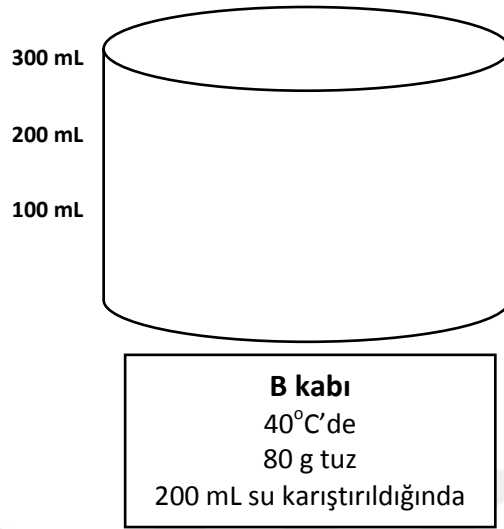
A kabındaki çözelti karıştırıldıktan sonra

h) A kabındaki çözelti soğutularak sıcaklık 20°C 'ye düşürülürse



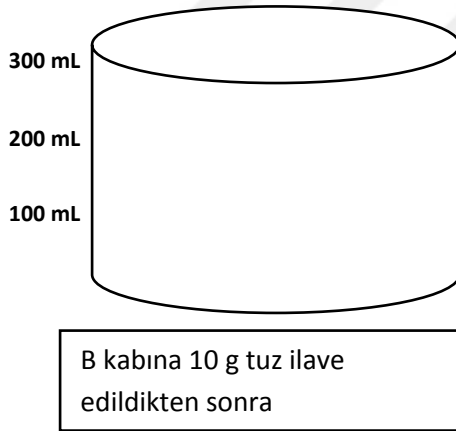
A kabındaki çözeltinin sıcaklığı 20°C 'ye düşürüldükten sonra

Soru 12: Aşağıdaki kutunun içerisine altında verilen bilgileri dikkate alarak **tanecik boyutunda** çiziminizi yapınız?

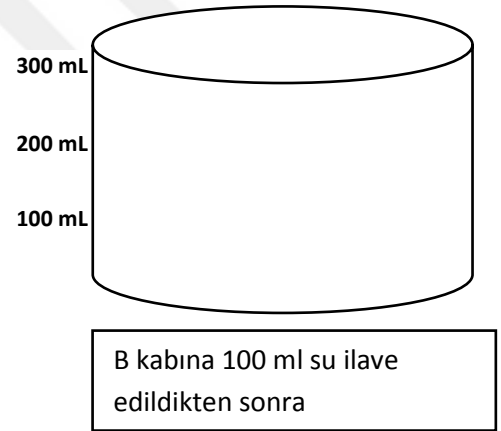


Soru 13: 12. soruda oluşturduğunuz çözeltiliye aşağıdaki etkiler yapıldığında ortaya çıkacak durumlara ilişkin **tanecik boyutunda** çizimlerinizi aşağıdaki kaplara yapınız.

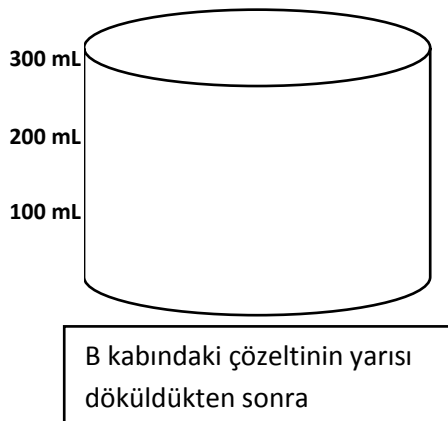
a) B kabına 10 g tuz ilave edilirse;



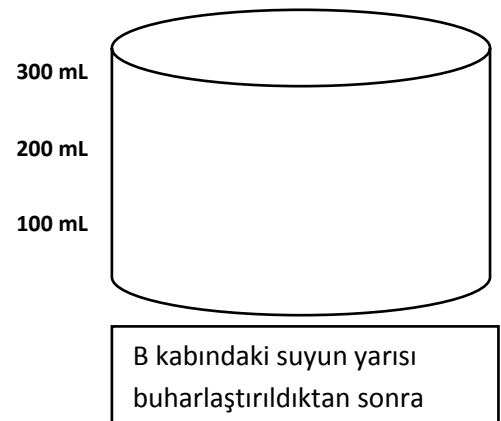
b) B kabına 100 mL su ilave edilirse



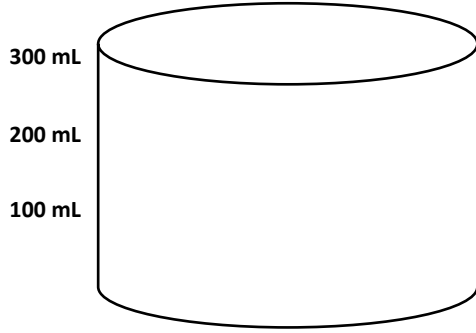
c) B kabındaki çözeltinin yarısı dökülürse;



d) B kabındaki suyun yarısı buharlaştırılıp sıcaklık yeniden 40°C ye getirilirse;

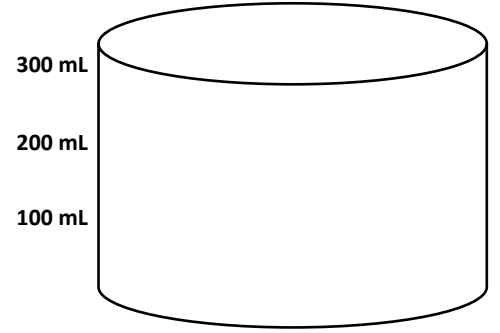


f) B kabındaki çözelti ısıtılarak sıcaklık 60°C 'ye çıkartılırsa;



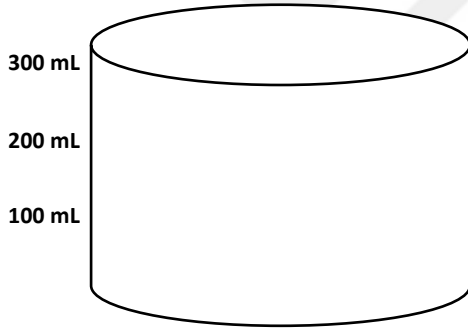
B kabındaki çözelti ısıtılarak sıcaklık 60°C 'ye çıkarıldıktan sonra

g) B kabındaki çözelti karıştırılırsa;



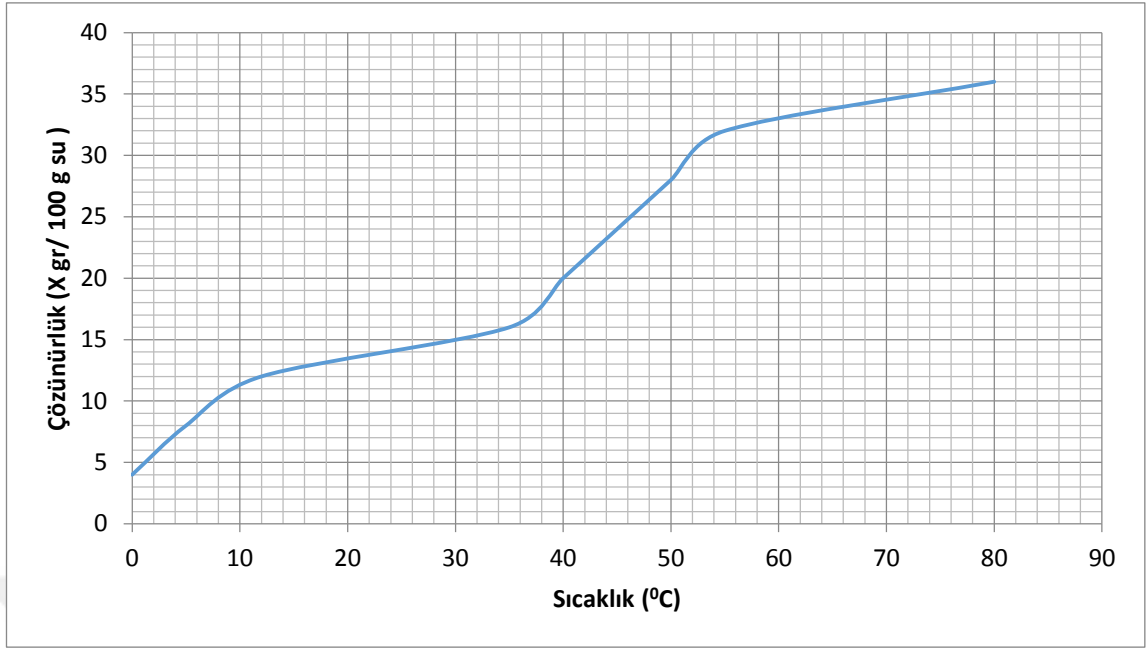
B kabındaki çözelti karıştırıldıktan sonra

h) B kabındaki çözelti soğutularak sıcaklık 20°C 'ye düşürülürse;



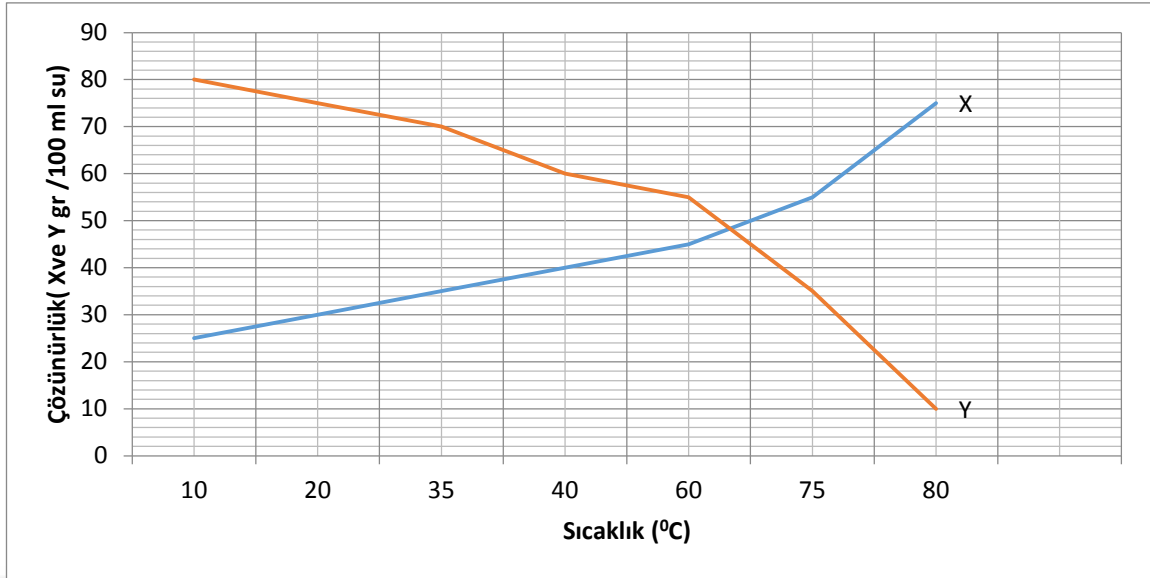
B kabındaki çözeltinin sıcaklığı 20°C 'ye düşürüldükten sonra

Soru 14: Aşağıdaki soruları verilen grafiğe göre cevaplayınız?



- e) Yukarıdaki grafiğe göre, 20 °C' de 250 gram suda kaç gram X katısı çözünür?
- f) Yukarıdaki grafiğe göre, 30 °C' de 400 gram suda 40 gram X katısı çözülerek hazırlanan çözeltiyi doymuş hale getirmek için kaç gram daha X katısı eklenmelidir?
- g) Yukarıdaki grafiğe göre, 70 °C' de 300 gram su ile hazırlanan X çözeltisi 30 °C' ye soğutulduğunda kaç gram X katısı çöker?
- h) Yukarıdaki grafiğe göre, 0 °C' de 20 gram X katısı çözmek için en az kaç gram su gerekir?

Soru 15: Aşağıdaki grafikte **X** ve **Y** maddelerinin **çözünürlük – sıcaklık** grafiği verilmiştir. Bu grafikten yararlanarak aşağıdaki soruları nedenlerini de yazarak cevaplayınız.



Çözünürlük ve sıcaklık değişimi yukarıdaki şekilde verilen X ve Y maddelerinin, 200 mL su ve 20 °C sıcaklığındaki doymuş çözeltileri 75 °C sıcaklığına getirilirse, çözeltilerin molar derişimleri nasıl değişir (genleşme ihmal edilecek)?

	X çözeltisi	Y çözeltisi
A)	ARTAR	ARTAR
B)	AZALIR	ARTAR
C)	DEĞİŞMEZ	AZALIR
D)	ARTAR	AZALIR
E)	DEĞİŞMEZ	DEĞİŞMEZ

a) X çözeltisi için verdiğiniz cevabınızı açıklayınız?

Açıklama:

b) Y çözeltisi için verdiğiniz cevabınızı açıklayınız?

Açıklama:

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Cemal GÖKÇE

Doğum Yeri ve Tarihi: VAN, 01/ 05/ 1989

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi: Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kimya Öğretmenliği

Yüksek Lisans Öğrenimi: Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kimya Eğitimi

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri:

İş Deneyimi

Stajlar: Teliasonera Anadolu Lisesi, Abdurrahman Gazi İMKB Anadolu Lisesi

Projeler : -

Çalıştığı Kurumlar:-

İletişim

E-Posta Adresi: cmlgokce65@hotmail.com

: cmlbjdr@gmail.com



VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimler Enstitüsü

LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimler Enstitüsü

02.09.2018...

Tez Başlığı / Konusu

Kimya Öğretmen Adaylarının Çözünürlük Konusunda
Kimyasal Gösterim Seviyelerinin ve Analiz Kritejlerinin
Sizimlere Belirlenmesi

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 101..... sayfalık kısmına ilişkin, 02.09/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Tutarlı.....intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinalite raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 4..... (Yüksek dekt.....) dir.

Uygulanan Filtreler Aşağıda Verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinalite Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi İnceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içemediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

02.09.2018
Cemal GÖKÇE
Adı, Soyadı, İmza

Adı Soyadı : Cemal GÖKÇE
Öğrenci No : 16.94.000.1092
Anabilim Dalı : Matematik ve Fen Bilimleri
Programı : Kimya Eğitimi
Statüsü : Y. Lisans Doktora

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ayşe TARKIN GELİKİRAN
02.09.2018

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR
02.09.2018
Sermet CAN
Enstitü Sekreteri