



Kimya Öğretmen Adayların Çözünürlük Konusuna İlişkin Submikroskopik Seviyedeki Anlama Düzeylerinin Çizimlerle Belirlenmesi*

Determination of Preservice Chemistry Teachers' Understanding of Solubility Concept at Submicroscopic Level by Drawings

Ayşegül TARKIN ÇELİK KIRAN**, Cemal GÖKÇE***

• Geliş Tarihi: 06-09-2018 • Kabul Tarihi: 24-01-2019 • Yayın Tarihi: 22-05-2019

Öz

Bu araştırmanın amacı, kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin submikroskopik seviyedeki anlamalarını tanecik boyutunda çizimler ile belirlemektir. Araştırmada örneklem grubu olarak Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi'nin Kimya Öğretmenliği programlarının 3. ve 4. sınıflarında öğrenim gören toplam 36 kimya öğretmen adayı seçilmiştir. Bu çalışmada, kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna dair anlamalarını derinlemesine incelemek için nitel araştırma yöntemine ait durum çalışması, araştırmanın deseni olarak belirlenmiştir. Araştırmada veriler çözünürlük ve çözünürlüğü etkileyen faktörler konusunda tanecik boyutunda çizim ile açıklama gerektiren sorular içeren bir test yardımıyla toplanmış, 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. Elde edilen bulgular öğretmen adaylarının submikroskopik düzeyde anlam seviyelerinin düşük olduğunu sonucuna ulaşılmış, öğretmen adaylarının çözünürlük ve çözünürlüğü etkileyen faktörlere dair submikroskopik seviyede molekül, iyon veya tanecikleri göstermekte zorlandıkları tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: kimya eğitimi, kimyasal gösterim, submikroskopik seviye, çözünürlük, çizim

Atıf:

Tarkin Çelikkıran, A. ve Gökçe, C. (2019). Kimya öğretmen adaylarının çözünürlük konusuna ilişkin submikroskopik seviyedeki anlam düzeylerinin çizimlerle belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 46, 57-87. doi: 10.9779/pauefd.457845

* Bu çalışma Cemal Gökçe'nin Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül Tarkin Çelikkıran danışmanlığında yürüttüğü yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

** Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0003-4379-3031, aytarkin@gmail.com

*** Yüksek lisans öğrencisi, Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, ORCID: 0000-0001-5420-0532, cmlbjdr@gmail.com

Abstract

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 Yuzuncu Yil 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 particulate drawings with explanation about the solubility and the factors affecting it. 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. Findings have shown that teacher candidates were insufficient in the level of understanding of the submicroscopic level. 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.

Keywords: chemistry education, chemical representations, submicroscopic, solubility, drawing

Cited:

Tarkın Çelikkıran, A. & Gökçe, C. (2019). Determination of preservice chemistry teachers' understanding of solubility concept at submicroscopic level by drawings. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 46, 57-87. doi: 10.9779/pauefd.457845

Giriş

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 (Bal, ve Örmancı, 2012; Çoştu, Ayas, Açık, ve Çalk, 2007; Özyalçın-Oskay, 2007). Bilimsel bilgilerin elde edilmesinde ve teknolojik gelişmelerin ilerlemesinde özellikle fen biliminin yeri ve önemi bilinmektedir (Çalk, Ayas ve Ünal, 2006; Demirbağ, Tanrıverdi, Altın, ve Şahintürk, 2011). Bu nedenle, eğitim alanında fen bilimleri öğretiminin önemi her geçen gün artmaktadır (Anılan, 2017; Ayas ve Özmen, 2002; Hodgson ve Pyle, 2010). Fen bilimleri ile dünya hakkında gerçekleştiren olaylar, deneylerde 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 anlaşılmasını sağlar, yaşam gibi hayatın tüm amaçlarındaki gelişmelerde doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılmaktadır. Kimyanın anlaşılmasını, bireylerin bilim okuyucularına pozitif yönde etki sağlamaktadır (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. Kimya maddedeki fiziksel (görünür) özellikleri incelemenin yanı sıra görünmez submikro dünyaya da açıklama yapmaktadır (Gkitzia, Salta ve Tzougraki, 2011). Maddeyi oluşturan taneciklerin özelliklerini, davranışlarını, doğrudan gözlemlenmenin 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 doğrudan meydana gelen kimyasal olayı anlayamamakta ve zihinlerinde canlandıramamaktadırlar (Ayas, Çoştu, Çalk, Ünal ve Karataş, 2001; Ebenezer ve Erickson, 1996; Gabel, 1993; Kapıcı, ve Savaşçı-Açık, 2017; Taber, 2013; Tyson, Treagust ve Bucat, 1999).

Kimyanın etkili bir şekilde öğrenilmesi ancak temel kavramların öğrencilerin zihninde etkili yer edinmesi ile olur (Atasoy, 2004). Kimya öğreniminin üç seviyeli bir anlaşma süreci gerektirdiği kabul edilmektedir (Johnstone, 1993; Mocerino, Chandrasegaran ve Treagust, 2009; Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2003). Bunlar; makroskopik seviye, submikroskopik seviye ve sembolik seviye olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır (Johnstone, 2000). Birçok öğrenci aynı anda üç gösterim seviyesi arasında bir bağlantı kuramamaktadırlar (Sim ve Daniel, 2014). Makroskopik seviye, meydana gelen kimyasal olayları sırasındaki renk değişimi, sıcaklık değişimi gibi duyu organları yoluyla gözlemleri temsil etmektedir. Bu seviyedeki olaylarda bireyler doğrudan gözlem yapabilmektedirler. Örneğin, suyun, farklı sıcaklıklardaki fiziksel durumunun bir tanımı, (katı, sıvı, gaz) makroskopik seviye örnek bir gösterimdir. Submikroskopik seviye, atom, molekül ve iyon gibi çok küçük taneciklerin davranışları ve hareketleri ile ilişkilendirilen kimyasal gösterim seviyesidir. Bu seviyede meydana gelen kimyasal olaylar gözleme dayalıdır. Örneğin, su içerisine atılan bir miktar NaCl tuzunun iyonlarına ayrışması (Na⁺ ve Cl⁻) ve su moleküllerinin (H₂O) bu tuz iyonlarına sarmalanasının çizimlerle veya modellerle tasvir edilmesi submikroskopik seviyeye örnek bir gösterimdir.

Sembolik seviye ise tanecik boyutundaki meydana gelen kimyasal olaylar, formül, sembol veya grafikler ile somutla tırma seviyesi olarak tanımlanmaktadır (De Jong ve Taber, 2007; Treagust vd., 2003). Örneğin, suyu temsil etmek için hidrojen (H) ve oksijen (O) sembollerini içeren H₂O molekül formülünün kullanılması, sembolik seviyeye örnek bir gösterimdir.

Kimya öğretmenleri kimya kavramları, öğrenme ve bilimsel bilgilerin öğretilmesinde etkili bir role sahiptirler. Kimya öğretmenleri temel kimya kavramları anlamada 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 açıklama ve anlamada 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, öğrenme 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 anlamaları, öğrenmelerini engelleyecektir. Bu yüzden öğretmenlerin ve gelecekteki öğretmenleri olacak öğretmen adayları kimya konularındaki öğrenme düzeylerinin kimyasal gösterimler temelinde incelenmesi ve eksiklikleri doğrultusunda hizmet öncesi ve sonrasında eğitim almaları önem taşımaktadır.

Kimya kavramları ve kimyasal olaylar soyut doğası nedeniyle mikro dünyada gerçekleşen tanecik davranışları ve hareketleri ile açıklanamabilmektedir. Çevremizde meydana gelen birçok kimyasal olay çözümler ve çözünürlük konusu ile ilişkilidir. Örneğin, makroskobik boyutta deyimleri 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 deyimleri gibi birçok olay çözünürlük konusu ile ilgilidir. Çözelti ve çözünürlük konuları hakkındaki bilgiler kimyasal olayları açıklanması, diğer kimya konularını anlamada katkı sağlamaktadır (Ayas vd., 2001; Çalk ve Ayas, 2003; Ebenezer, 2001; Ebenezer ve Erickson, 1996; Fensham ve Fensham, 1987). Örneğin, çözelti ve çözünürlük konularını anlamada asit-baz, elektrokimya ve çözünürlük dengeleri gibi birçok konunun yol göstericiliği üstlenmektedir. Hem öğretmen, hem öğrenci hem de diğer bireylerin çözünürlük konusunda bilgi sahibi olması ve günlük hayatla ilişkilendirmesi fen okuyucuların, açıklama ve öğrenme açısından önemli olsa da çözünürlük kavramını anlamaları, öğrenilmesi submikroskobik boyutta gerçekleşen olayları da tam anlamıyla öğrenilmesini gerektirmektedir. Demircioğlu ve Demircioğlu (2005) lise öğrencileriyle yaptıkları araştırmada çözünürlük, çözünürlüğe etki eden etmenler, çözümler ve çözelti çeşitleri konularını öğrencilerin en çok zorlandıkları konular arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun en temel nedeni submikroskobik boyutta gerçekleşen çözünme olayını öğrencilerin zihinlerinde canlandıramamalarıdır. Çözünme ve çözünürlük konusunda lise öğrencileri ile yapılan birçok çalışmada öğrencilerin kavram yanlışlıklarını ve submikroskobik boyutta gerçekleşen olayları açıklama da yetersiz oldukları ve zorluk çektikleri belirlenmiştir (Avinç Akpınar, 2010; Çalk ve Ayas, 2004; Çalk vd., 2006; Kalın ve Arık, 2010; Tezcan ve Bilgin, 2004).

Çözünme ve çözünürlük kavramlarına yönelik öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarında ise onları ortaokul ve lise öğrencileri ile benzer yanlış kavramlara sahip oldukları ortaya konulmuştur. Çalışmaların çoğu fen bilgisi ve sınıf öğretmen adayları ile

yürütülmüştür. Demirba ve diğ. (2011) tarafından fen bilgisi öğretmen adayları ile yapılan çalışmada öğretmen adaylarının çözünme olayı, erime veya çözünen maddenin kaybolması olarak açıkladıkları, bütün çözeltilerin homojen olmadığı, düğümleri görülmüştür. Eyceyurt Türk, Akku ve Tüzün (2014) fen bilgisi öğretmen adaylarının iyonik ve moleküler çözünme konusundaki imajlarına yönelik bir çalışmada gerçekleştirdilerdir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının iyonik ve moleküler çözünme olaylarına, tam olarak kavrayamadıkları ve yaptıkları çizimler sonucu zihinlerinde çözünme olayına dair doğru bilimsel imajlar oluşmadıkları görülmüştür. Kirman-Bilgin, Er-Nas, ve Bek-Akbulut (2014) ise fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünürlük konusundaki kavramlarına, ortaya koymak amacıyla onlardan hikâye veya çizimlerden yararlanarak farklı maddelerin farklı çözücülerdeki çözünürlüğüne dair bildikleri yanlışlıklarını, istemiştir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının çözünme kavramı yerine erime, çözünüp bitme, yok olma, kaybolma, hapsolme, etkisiz hale getirme gibi kavramları kullandıkları tespit edilmiştir. Uluçnar Sarı, Tekin ve Karamustafaoğlu (2012) çalışmasında öğretmen adaylarının çözünme konusunun da yer aldığı, birçok kimya kavramlarına ilişkin anlam 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 konularına ilişkin anlam düzeylerini ve kimyasal gösterim seviyelerini inceleyen çalışmalar, malzemelerde farklı veri toplama yöntemleri kullanılmaktadır. Bunlar, çoktan seçmeli test soruları, mülakatlar, hikâyeler, açık uçlu test soruları, kavram yanılgı testleri ve çizim sorularından oluşmaktadır. Özellikle submikroskopik boyuttaki anlamalar klasik test ya da teknikler ile ortaya çıkarılamayacağından, tanecik boyuttaki çizimlerden yararlanılması gerekmektedir. Öğrencilerin fikirlerini çizimlerini veya görselleştirmelerini istemek, zihinlerindeki modelleri ortaya çıkarma ve sözlü anlatımlarına tamamlama, bilgiler sağlamaları açısından oldukça önemlidir (Cheng ve Gilbert, 2009; Devetak, Vogrinç ve Glazar, 2009; Devetak, Urbancic, Wissiak-Grm, Krnel, ve Glazar, 2004). Çizimler öğrencinin kimyaya ilişkin submikroskopik boyutuna ilişkin zihnindeki yapıların öğrencinin cevapları, kelimelerle sınırlanmadan ortaya çıkarılmasıyla yardımcı olmaktadır (Atasoy, 2004; Ayas, Karamustafaoğlu, Cerrah ve Karamustafaoğlu, 2001; Gilbert ve Treagust, 2009). Bu nedenle, öğrencilerin anlam düzeylerinin ve sahip oldukları yanlış ve eksik bilgilerin çizimlerle belirlenmesi gerektiği savunulmaktadır (Devetak, vd., 2004; Eyceyurt Türk, vd., 2014; Yalçın-Çelik, Turan-Oluk, Üner, Uluta, ve Akku, 2017). Öğrencilere çizimler yaptırılması, aynı zamanda kimya öğretimi esnasında ortaya çıkan kavram yanılgılarının 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 öğrenilmesine ve yanlış kavramların oluşmamasına neden olabilir. Bu nedenle öğretmenlerin tanecik boyutta gösterimlere ilişkin bilimsel uygun zihinsel modellere sahip olmaları gerekmektedir (Yalçın-Çelik vd., 2017). Öğretmen adaylarının gelecekte öğretmen olduklarında yanlış çizimlerinden veya submikroskopik boyutta yanlış anlamalardan dolayı böyle sorunlara yol açmamaları için öğretmen adaylarının kimyasal olgular, çizimlerle ifade etme becerileri artırılmalı, ayrıştırıcı çizimlerden yararlanarak öğretmen adaylarının anlam düzeylerini belirlemek öğretmen

yeti tiren kurumlar,n verecekleri e itimler aç,s,ndan da önemlidir. Bu durumlardan dolayı,, bu ara t,rman,n amac, kimya ö retmen adaylar,n,n çözünürlük konusundaki submikroskopik seviyelerine dair anlama düzeylerini çizimler ile belirlemektir.

Yöntem

Çal, man,n Türü

Bu çal, ma ö retmen adaylar,n,n çözünürlük konusundaki kimyasal gösterim seviyelerine ili kin anlama düzeylerinin belirlenmesine yönelik nitel bir ara t,rmad,r. Ara t,rma deseni olarak ise ö retmen adaylar,n,n anlama düzeylerinin derinlemesine bir ekilde incelenmesi nedeni ile durum çal, mas, tercih edilmi tir. Durum çal, malar, bir bireyin, program,n, kurumun ya ortam,n de erlendirilmesi ya da derinlemesine ve detayl, çal, lmas,n, kapsamaktad,r (Y,ld,r,m ve im ek, 2008). Bu ara t,rmada incelenen durum kimya ö retmen adaylar,n,n çözünürlük konusuna ili kin submikroskopik seviyedeki anlama düzeyleridir.

Çal, ma Grubu

Ara t,rman,n çal, ma grubu uygun örneklem yöntemiyle belirlenmi tir. Bu çal, maye 2017-2018 e itim-ö retim y,l, bahar döneminde Van Yüzüncü Y,l Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi E itim Fakültesi Kimya Ö retmenli i program,n,n 3. ve 4. S,n,f,nda ö renim gören 36 (25 kad,n, 11 erkek) ö retmen aday, kat,lm, t,r (Tablo 1).

Tablo 1. Kat,lm,clara dair bilgiler

			S,n,f	Kad,n	Erkek	Toplam
Van Yüzüncü Y,l Üniversitesi			3	5	4	9
			4	6	5	11
Gazi Üniversitesi			3	8	2	10
			4	6	0	6
Toplam				25	11	36

Veri Toplama Araçlar,

Ö retmen adaylar,n,n çözünürlük konusundaki kimyasal gösterim seviyelerinin ve anlama düzeylerinin belirlenmesine yönelik ara t,rmac, taraf,ndan bo luk doldurma, aç,klama ve çizim gerektiren aç,k-uçlu sorulardan olu an Çözünürlük ve Kimyasal Gösterim Testi haz,rlanm, t,r. Test; çözünme, çözelti çe itleri (doymam, , doymu ve a ,r, doymu), çözünürlük, çözünürlü ü etkileyen faktörler, grafik okuma, yorumlama ve çizme konular,n, kapsamaktad,r. Test haz,rlan,rken bu konulara ait kimyasal gösterimlerin her üç seviyesinin de erlendirilmesine yönelik sorular,n yer almas, planlanm, t,r. Test iki bölümden olu maktad,r. Testin birinci bölümü 24 bo luk doldurma sorusu içermektedir. Bu bölümde ö rencilerden baz, de i kenlerin çözelti ve çözünen kütleleri üzerindeki etkisini sorularda verilen ifadeleri artar, azal,r ya de i mez eklinde cevaplar vermeleri istenmi tir. Birinci bölüm çözünürlük konusunun makroskopik 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, submikroskopik ve sembolik seviyelerine dair sorular bulunmaktadır. Tablo 2'de testte yer alan sorular ve ilgili 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
Submikroskopik		5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13

Test geliştirme aşamasında öncelikle alan yazındaki çözelti, çözünürlük, çözünürlüğü etkileyen faktörler ve kimyasal gösterimler ile ilgili çalışmalar incelenerek bu çalışmalar, malar incelenecek ve bu çalışmalar, malar kullanılarak veri toplama araçları, incelenmiştir (Ayas ve Özmen, 2002; Bal, m ve Orman, 2012; Cardellini, 2012; Coll ve Treagust, 2002; Çalk ve Ayas, 2003; Coştu vd., 2007; Devetak vd., 2009; Gabel, 1999; Gilbert, 2010; Gültekin 2009; 2014; Kalın, 2008; Kozma, Chin, Russell ve Marx, 2000; Okumu, Öztürk, Doymuş ve Alyar, 2014; Önder, 2006; Wu, Krajcik ve Soloway, 2001). Bu çalışmalar, malardan esinlenerek kimyanın temel gösterim seviyelerine dair anlama düzeylerini ortaya çıkaracak şekilde sorular tasarlanmaya başlanmıştır ve bir soru havuzu oluşturulmuştur. Testin birinci bölümdeki sorular yazarlar tarafından hazırlanmıştır. Alan yazındaki çözünürlüğü etkileyen faktörler konusunda submikroskopik seviyeye dair çalışmaların azlığından dolayı, özellikle çizim sorularının hemen hemen hepsi yine yazarlar tarafından hazırlanmıştır. Sembolik seviye ile ilgili grafik okuma, yorumlama ve çizme sorular, hazırlanırken diğer araştırmalarda kullanılan sorulardan destek alınmıştır (örn. Gültekin, 2014). Bu çalışmalar, malardaki grafik sorular, aynen alınmayıp deyimlik yapılarak kullanılmıştır. Hazırlanan test doktora eğitimini kimya eğitimi alanlarında tamamlamış üç uzmanın görüşüne sunulmuş ve dönütler doğrultusunda düzenlenerek son halini almıştır. Bu çalışmalar, manın amacı, na yönelik olarak çözünürlük ve çözünürlüğü etkileyen faktörler ile ilgili testte yer alan submikroskopik boyuttaki sorular (6, 7, 10 ve 11. sorular) analiz edilmiş olup ilgili sorular ekte verilmiştir (EK 1).

Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. İçerik analizi doğrudan ulaşılamayacak durumlar hakkında nitel bilgi toplama yolları arasında, içerik analizi ile verilerin içerisinde bulunan gerçekler tanımlanır, veriler derinlemesine incelenir ve ortaya çıkarılır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). İçerik analizi sırasında tümdengelim yöntemi kullanılmıştır. Ö retmen adayların yaptıkları çizimler belirli ölçütler doğrultusunda doğru, kısmen doğru veya yanlış şekilde kodlanmıştır. Her bir analize ait kodlamalar ve kategoriler açıklamalarla birlikte bulgular kısmında verilmiştir. Tümdengelim yoluyla analiz edilen sorularda rastgele seçilen 5 ö retmen adayına ait cevaplar araştırılmaları için ayrı ayrı kodlandıktan sonra bir araya gelerek karşılaştırma yapılmıştır. Kodlamalar arasında çok az

farklı, k oldu u görülmü ve anlaşılabilir olan yerlerde tartım, malar sonucu ortak bir noktaya varılm, t.r. Geri kalan özetmen adaylar, n, n cevaplar, ikinci yazar tarafından kodlanm, t.r. Ancak karışıl, lan herhangi bir ikilemede yine birinci yazar tarafından kodlama açış, n, dan destek sağlanm, t.r. Etik kurallar gereği çalışman, n bulgular, sunulurken özetmen adaylar, n, n isimlerinin gizlenmesi için katılımcılar 18'den 36'ya kadar Ö1, Ö2, İ, Ö36 ekinde kodlanarak isimlendirilmiştir.

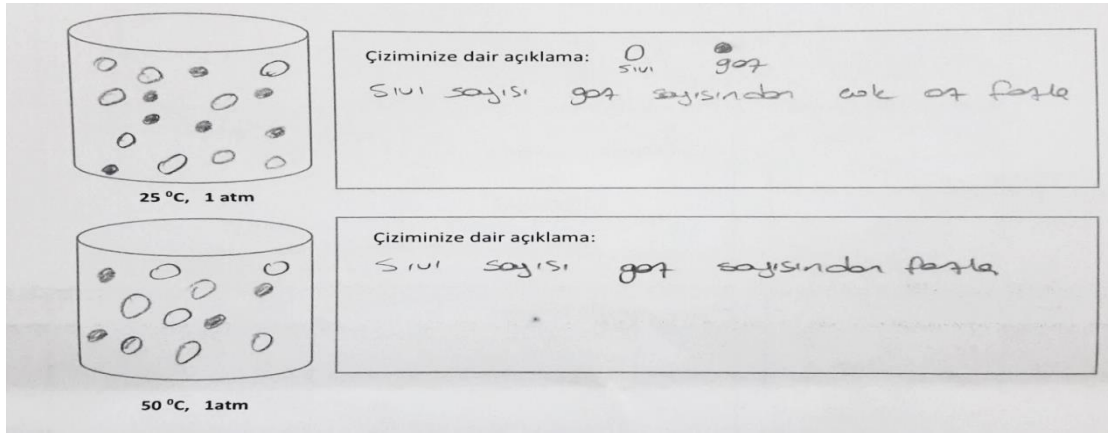
Bulgular

Testte özetmen adaylar, n, n gazlar, n çözünürlüğüne ilişkin etkisine dair submikroskopik seviyedeki anlamalar, ortaya koymak amacıyla özetmen adaylar, n, dan farklı katılımcılardaki (25°C ve 50°C) iki kola için kapaklar, açıldıktan 10 saniye sonraki durumlar, için tanecik boyutunda çizimler yapmalar, istenerek çizimlerine dair açıklamalar, n, nedeniyle birlikte yazmalar, istenmiştir. Elde edilen tanecik boyutundaki çizimler doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak gruplandırılm, t.r (Tablo 3).

Tablo 3. Sıcaklık, gazlar, n çözünürlüğüne etkisi

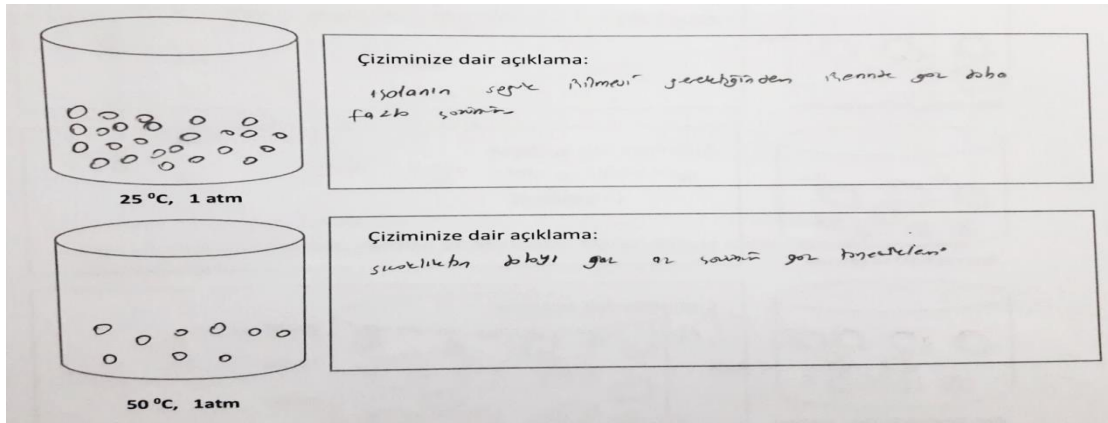
	Açıklama	Katılımcı, sayı, s,
Doğru çizim	<ul style="list-style-type: none"> Sıcaklık arttıkça gazlar, n çözünürlüğü azalır. Sıcaklık arttıkça çözünmüş gaz tanecikleri sayısı, azalır. Gaz tanecikleri kabarcık her tarafına homojen olarak yayılır. 	9
Kısmen doğru çizim	<ul style="list-style-type: none"> Sıcaklık arttıkça gazlar, n çözünürlüğü azalır. Sıcaklık arttıkça çözünmüş gaz tanecikleri sayısı, azalır. 	11
Yanlış çizim	<ul style="list-style-type: none"> Sıcaklık arttıkça çözünmüş gaz tanecikleri sayısı, artar. Sıcaklık, gazlar, n çözünürlüğüne doğru orantılıdır. 	13
Çizim yapamayanlar		3

Katılımcılar, n çizimleri ve çizimlerine dair açıklamalar incelendiğinde 9 katılımcı, n, n sıcaklık arttıkça gazlar, n çözünürlüğü azalır, şeklinde ifade ederek sıcaklık arttıkça çözünmüş gaz tanecik sayısı, n, n azalır, şeklinde ve tanecikleri homojen olarak yayılır, şeklinde gösteren doğru çizimler yaptı, görülmüştür. Örneğin, Ö22 kodlu özetmen adayına ait çizim aşağıda verilmiştir.



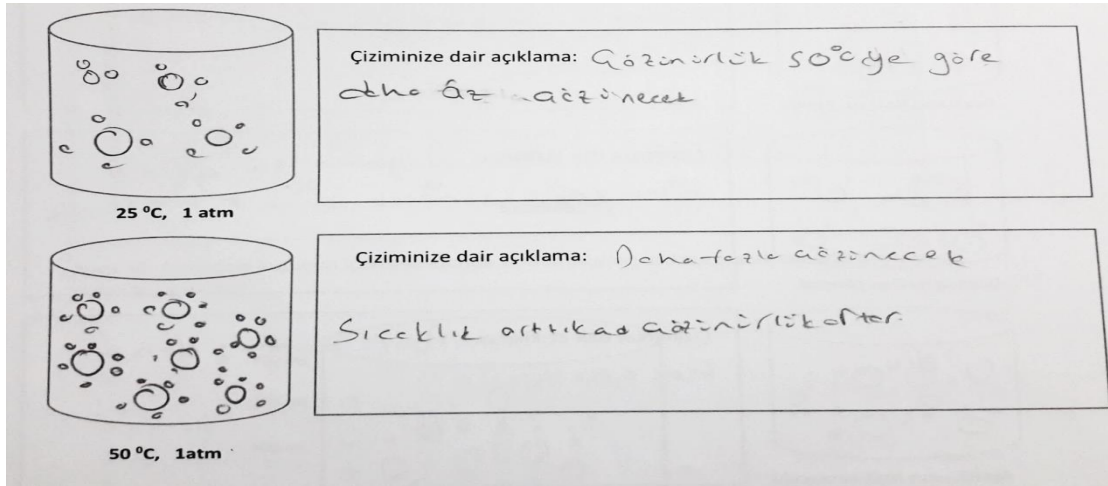
ekil 1. Ö22 kodlu kat,l,mc,ya ait gazlar,n çözünürlü üne s,cakl, ,n etkisi tanecik boyutunda çizim ve aç,klama

K,smen do ru çizim olarak kodlanan çizimlerde (n=11) kat,l,mc,lar,n s,cakl,k artt,kça gazlar,n çözünürlü ünün azald, ,n, ifade ederek çizimlerinde s,cakl,k artt,kça çözünen gaz tanecikleri say,s, azald, ,n, göstermelerine ra men gaz taneciklerin da ,l,m,n, homojen olarak yapmad,klar, belirlenmi tir. Örne in, Ö12 kodlu ö retmen aday,na ait çizim a a ,da verilmi tir.



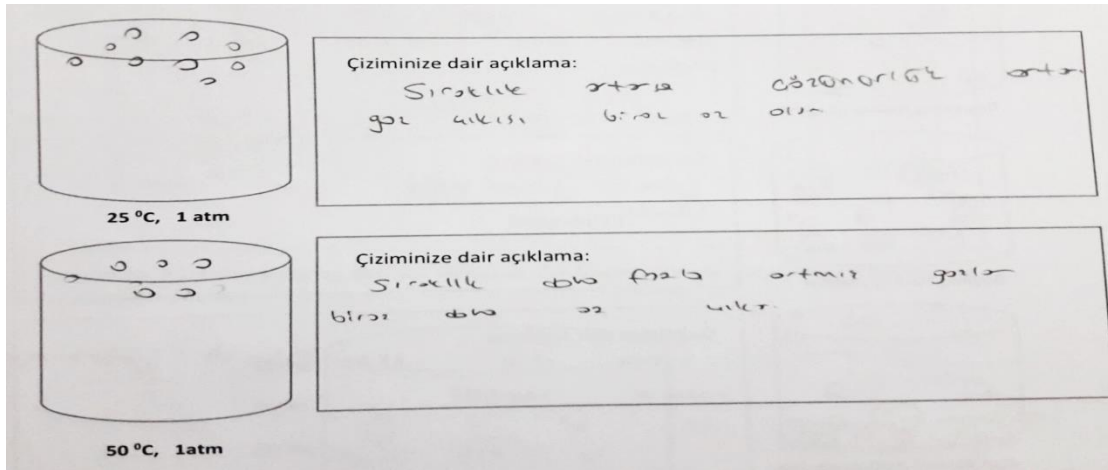
ekil 2. Ö12 kodlu kat,l,mc,ya ait gazlar,n çözünürlü üne s,cakl, ,n etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve aç,klama

Yanl, çizim olarak kodlanan çizimlerde (n=9) kat,l,mc,lar s,cakl,k artt,kça gazlar,n çözünürlü ünü artar ekinde yanl, aç,klamada bulunarak s,cakl,k artt,kça çözünen gaz tanecikleri say,s,n,n artt, ,n, gösteren çizimler yapm,lard,r. Örne in, Ö16 kodlu ö retmen aday,na ait çizim a a ,da verilmi tir.



ekil 3. Ö16 kodlu kat,l,mc,ya ait gazlar,n çözünürlü üne s,cakl, ,n etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama

Yanl, çizim yapan baz, kat,l,mc,lar (n=4) ise s,cakl,k artt,kça gaz ç,k, ,n,n daha az olaca , ekinde yanl, ifade de bulunarak çizimlerinde de gaz ç,k, ,na ait gösterimlerde bulunmu lard,r. Örne in, Ö10 kodlu kat,l,mc,n,n s,cakl,k artt,kça gaz ç,k, ,n,n daha az olaca ,n, gösteren çizimi a a ,daki gibidir.



ekil 4. Ö10 kodlu kat,l,mc,ya ait gazlar,n çözünürlü üne s,cakl, ,n etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama

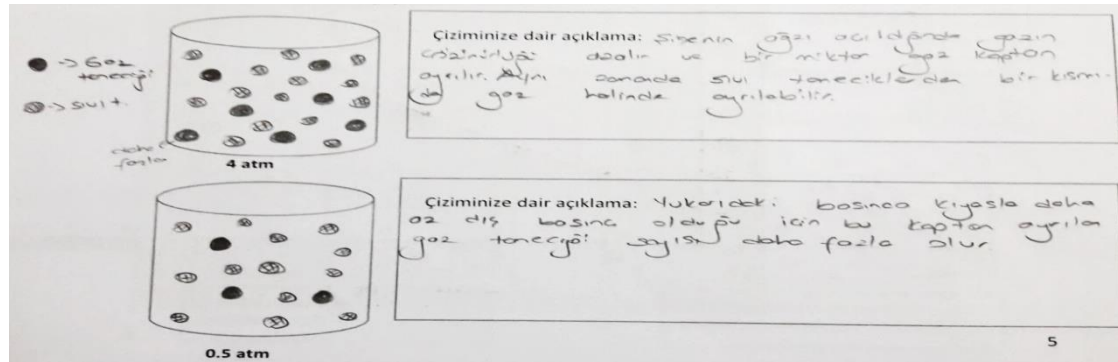
Baz, ö retmen adaylar, (n=3) ise tanecik boyutunda çizim yapamam, t,r.

Testte ö retmen adaylar,n,n gazlar,n,n çözünürlü üne bas,nc,n etkisine dair submikroskobik seviyedeki anlamalar, ortaya koymak amac,yla ö retmen adaylar,ndan farklı, bas,nc,lar alt,ndaki (4 atm ve 0.5 atm) iki kola için kapaklar, aç,ld,ktan 10 saniye sonraki durumlar, için tanecik boyutunda çizimler yapmalar, istenerek çizimlerine dair açıklamalar,n, nedeniyle birlikte yazmalar, istenmi tir. Elde edilen tanecik boyutundaki çizimler do ru, k,smen do ru ve yanl, çizim olarak gruplandır,lm, t,r (Tablo 4).

Tablo 4. Gazlar,n çözünürlü üne bas,nc,n etkisi

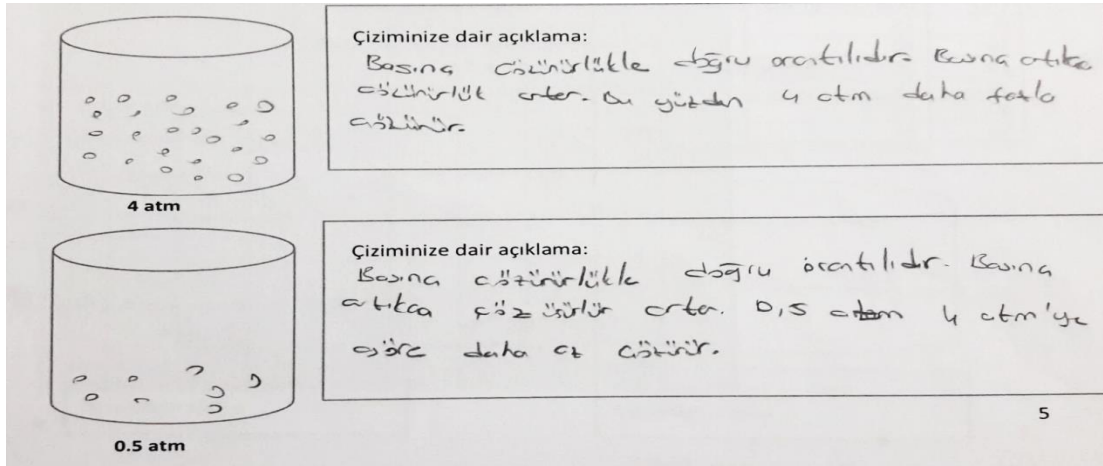
	Aç,klamalar	Kat,l,mc, say,s,
Do ru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> Bas,nç artt,kça gazlar,n çözünürlü ü artar. Bas,nç artt,kça çözünen gaz tanecikleri say,s, artar. Gaz tanecikleri kab,n her taraf,na homojen olarak da ,lm, t,r. 	12
K,smen Do ru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> Bas,nç artt,kça gazlar,n çözünürlü ü artar. Bas,nç artt,kça çözünen gaz tanecikleri say,s, artar. 	10
Yanl, Çizim	<ul style="list-style-type: none"> Bas,nç artt,kça çözünen gaz tanecikleri say,s, azal,r. Bas,nç ile gazlar,n çözünürlü ü ters orant,l,d,r. Bas,nç art,kça gaz ç,k, , daha çok olur. 	8
Çizim Yapamayanlar		6

Kat,l,mc,lar,n çizimleri ve çizimlerine dair aç,klamalar incelendi inde 12 kat,l,mc,n,n bas,nç artt,kça gazlar,n çözünürlü ünün artt, ,n, ifade ederek bas,nç artt,kça çözünen gaz tanecik say,s,n,n artt, ,n, ve tanecikleri homojen olarak yay,ld, ,n, gösteren do ru çizimler yapt, , görülmü tür. Örne in, Ö30 kodlu ö renciye ait çizim a a ,da verilmi tir.



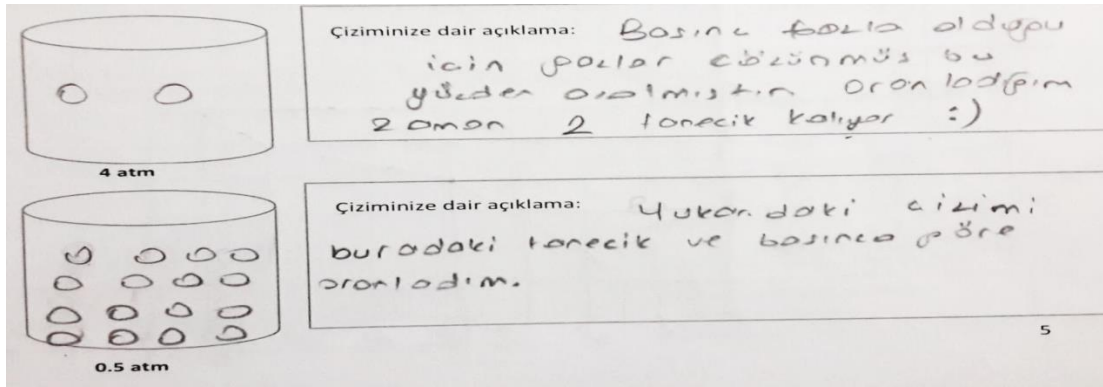
ekil 5. Ö30 kodlu kat,l,mc,ya ait gazlar,n çözünürlü üne bas,nc,n etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve aç,klama

K,smen do ru çizim olarak kodlanan çizimlerde (n=10) kat,l,mc,lar bas,nç artt,kça gazlar,n çözünürlü ünün artt, ,n, ifade ederek çizimlerinde bas,nç artt,kça çözünen gaz tanecikleri say,s, artt, ,n, gösterirken gaz taneciklerin da ,l,m,n, homojen olarak göstermedikleri belirlenmi tir. Örne in, Ö5 kodlu kat,l,mc,n,n çizimi u ekildedir.



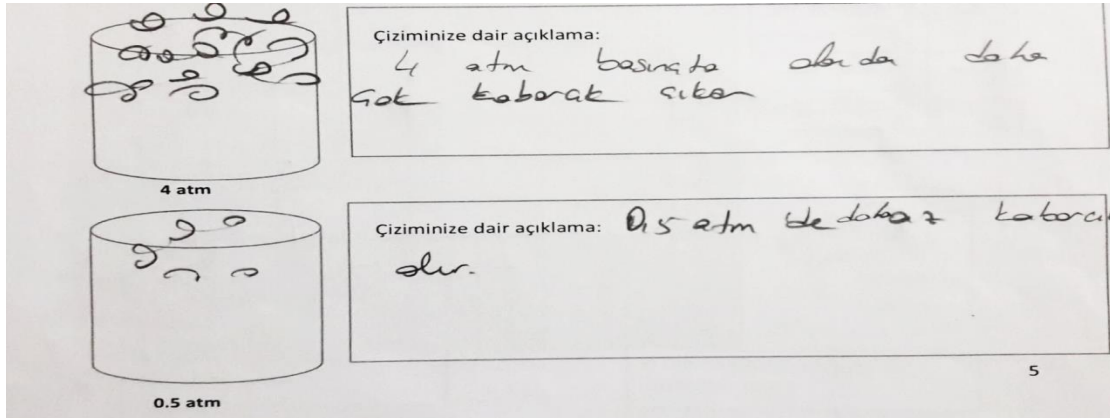
ekil 6. Ö5 kodlu kat,l,mc,ya ait gazlar,n çözünürlü üne bas,nc,n etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve aç,klama

Yanl, çizim olarak kodlanan çizimlerde baz, kat,l,mc,lar (n=5) basınç arttıkça çözünen gaz taneciklerinin say,s,n, azald, ,n, gösteren yanl, çizimler yapılm, lard,r. Örne in, Ö5 kodlu ki inin çizimi a a ,daki gibidir.



ekil 7. Ö5 kodlu kat,l,mc,ya ait gazlar,n çözünürlü üne bas,nc,n etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve aç,klama

Ayr,ca baz, kat,l,mc,lar (n=3) ise basınç arttıkça gaz ç,k, ,n, ili kilendirerek yanl, çizimler yapılm, lard,r. Örne in, Ö11 kodlu ö retmen aday, çiziminde çözünen gaz taneciklerini göstermeyip basınç arttıkça gaz ç,k, ,n,n fazla olacağını belirterek a a ,daki çizimi yapılm, t,r.



ekil 8. Ö11 kodlu katı, sıvı, gazlar, çözünürlük üzerine basıncın etkisine dair tanecik boyutunda çizim ve açıklama

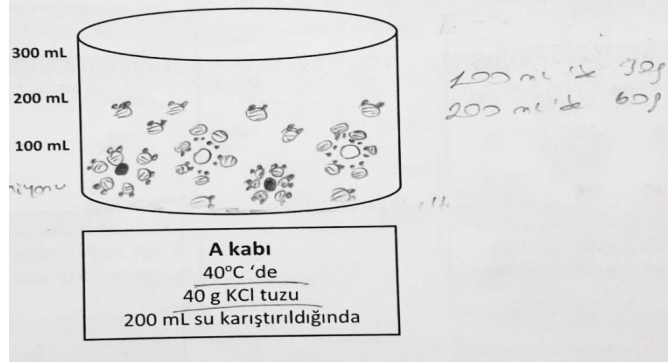
Bazı öğretmen adaylar, (n=6) ise tanecik boyutunda çizim yapamamış, t.r.

Testte yer alan bir diğer soruda öğretmen adaylar, çözünürlük konusuna dair submikroskopik seviyedeki anlamalar, ortaya konulmaya çalışılmış, t.r. İlgili soruda öğretmen adaylarında KCl tuzunun sıcaklık-çözünürlük grafiğini dikkate alınarak 40°C'de 40 gr tuz ile 200 mL su karıştırıldığında oluşan çözelti için tanecik boyutunda çizim yapmalarını istenmiştir. Katı, sıvı, gazlar, yapıları, oldukları, çizimler doğru, kısmen doğru ve yanlış çizim olarak gruplandırılmış, t.r (Tablo 5).

Tablo 5. Öğretmen adaylar, çözünürlük konusuna ilişkin submikroskopik seviyedeki anlamaya düzeylerine dair bulgular

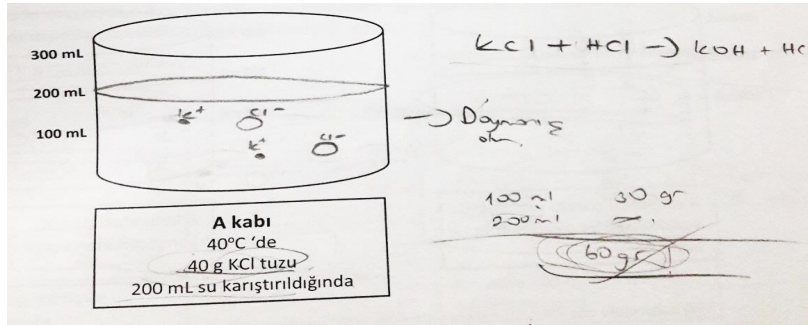
	Açıklamalar	Katı, sıvı, gaz, sayı,
Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> KCl iyonlarını gösterme (K^+ ve Cl^-) Su moleküllerini gösterme KCl tuz iyonları, su ile sarmalama Su molekülleri ve tuz iyonları arasındaki etkileşimi gösterme Doymamış çözelti çizimi yapma 	6
Kısmen Doğru Çizim	<ul style="list-style-type: none"> KCl iyonlarını gösterme (K^+ ve Cl^-) Doymamış çözelti çizimi yapma 	23
Yanlış Çizim	<ul style="list-style-type: none"> Hiçbir katı göstermemiş KCl iyonlarını göstermemiş 	6
Çizim yapamayanlar		1

Elde edilen bulgulara göre alt, kat, l, mc, n, n çizimlerinde tuzu (KCl) iyonlar, na (K^+ ve Cl^-) ayr, t, rarak her bir tuz iyonunun etraf, n, su tanecikleri ile sarmaland, , n, do ru bir ekilde göstermi lerdir. Örne in Ö26 kodlu kat, l, mc, n, n tanecik boyutunda yapm, oldu u çizim örne i a a ,da verilmi tir.



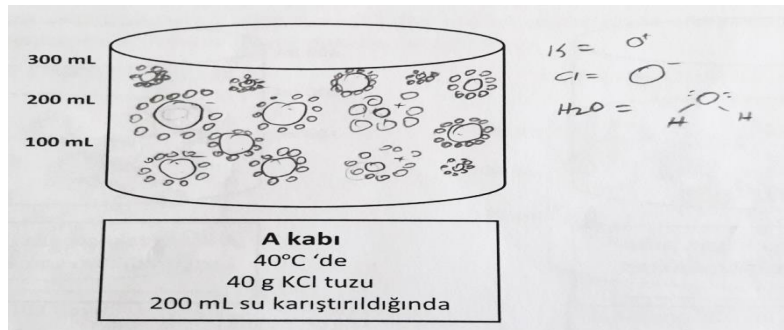
ekil 9. Ö26 kodlu kat, l, mc, ya ait tanecik boyutunda çizim

K, smen do ru çizim olarak kodlanan baz, çizimlerde (n=11) kat, l, mc, lar tuzu (KCl) iyonlar, na (K^+ ve Cl^-) ayr, t, rarak çizim yapm, lar fakat su moleküllerini göstermemi lerdir. Örne in, Ö18 kodlu kat, l, mc, n, n yapm, oldu u çizim örne i a a ,da verilmi tir.



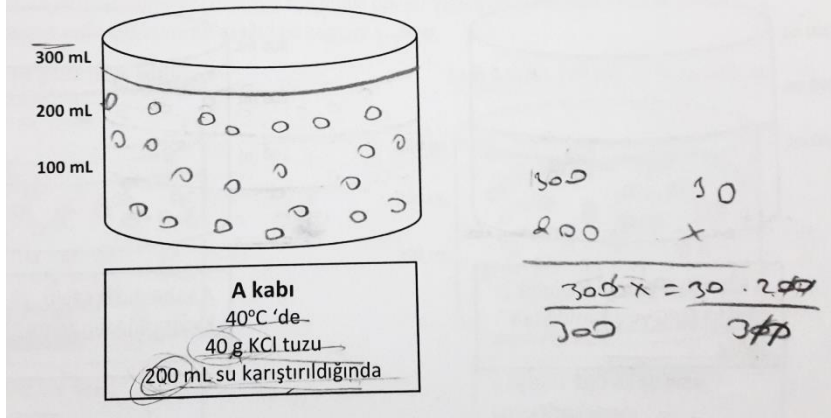
ekil 10. Ö18 kodlu kat, l, mc, ya ait tanecik boyutunda çizim

Baz, ö retmen adaylar, (n=12) ise su moleküllerini çizimlerin de göstermelerine ra men su moleküllerinin tuz iyonlar, n, nas, l sarmalad, , n, göstermemi lerdir veya yanl, göstermi lerdir. Örne in, Ö12 kodlu kat, l, mc, ya ait çizim u ekildedir.



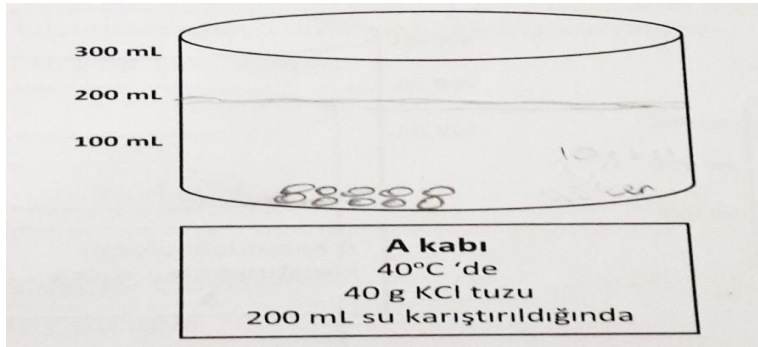
ekil 11. Ö12 kodlu kat, l, mc, ya ait tanecik boyutunda çizim

Yanl, çizim olarak kodlanan çizimler de kat,l,mc,lar,n hepsi (n=6) KCl tuzunu (K^+ ve Cl^-) iyonlar,na ayr, t,rarak göstermeyip tek bir tanecik olarak göstermi lerdir. Örne in, Ö7 kodlu ö retmen aday,n,n çizimi a a ,daki gibidir.



ekil 12. Ö7 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizimi

Ayr,ca yanl, çizim yapan kat,l,mc,lar,n baz,lar, (n=3) ise soruda verilen de erler ile doymam, çözeltiliye dair çizim yapmalar, gerekirken çizimlerinde kab,n dibinde kat, göstermi lerdir. Örne in, Ö3 kodlu kat,l,mc, a a ,daki gibi bir çizim yapm, t,r.



ekil 13. Ö3 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizimi

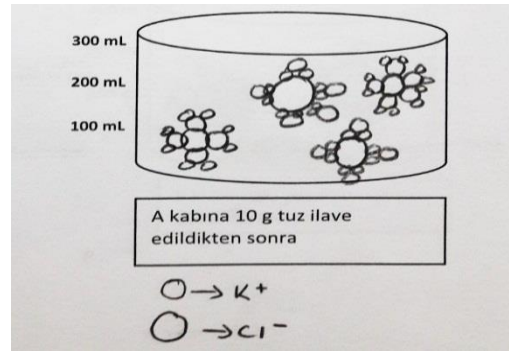
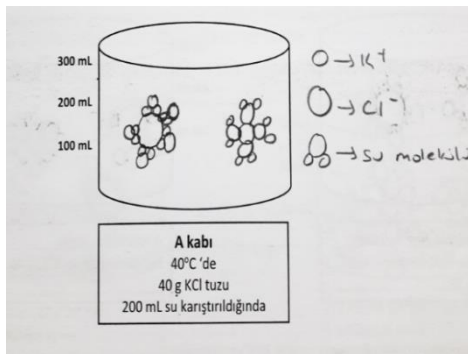
Testte yer alan bir di er soruda ise ö retmen adaylar,ndan bir önceki soruda belirtilen çözeltiliye baz, de i iklikler (tuz ilave edilmesi, su ilave edilmesi, çözeltilinin yar,s,n,n dökülmesi, suyun yar,s,n,n buharla t,r,lmas,, çözeltilinin ,s,t,lmas,, çözeltilinin so utulmas, ve çözeltilinin kar, t,r,lmas,) yapıld, nda tanecik boyutunda nas,l de i iklikler olaca ,n, gösteren çizimler yapmalar, istenmi tir. Bu soruyla ö retmen adaylar,n,n çözünürlü e etki eden faktörlere dair submikroskopik boyuttaki anlamalar, ortaya konulmu tur. Bunun için bir önceki soruda do ru veya k,smen do ru çizim yapan kat,l,mc,lar,n (n=29) ilgili çözeltiliye yapılan her bir de i iklik için yapt,klar, çizimler analiz edilerek elde edilen bulgular Tablo 6'da sunulmu tur.

Tablo 6. Ö retmen adaylar,n,n çözünlü e etki eden faktörlere ili kin submikroskopik boyuttaki anlama düzeylerine dair bulgular

	Çözünen Tanecik say,s,			Dipte kat, olu umu	
	Artar	Azal,r	De i mez	Var	Yok
A kab,na 10 g tuz ilave edilirse	27*	2		1	28*
A kab,na 100 mL su ilave edilirse	6	6	17*		29*
A kab,ndaki çözüntinin yar,s, dökülürse	1	22*	5		28*
A kab,ndaki suyun yar,s, buharla t,r,l,rsa	2	20*	5	11*	15
A kab,ndaki çözünti ,s,t,larak s,cakl,k 60°C'ye ç,kart,l,rsa	5	5	18*	1	27*
A kab,ndaki çözünti kar, t,r,l,rsa	5	4	19*		28*
A kab,ndaki çözünti so utularak s,cakl,k 20°C'ye dü ürlürse	1	15	12*	9	19*

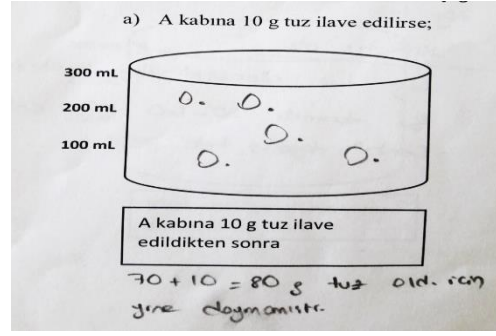
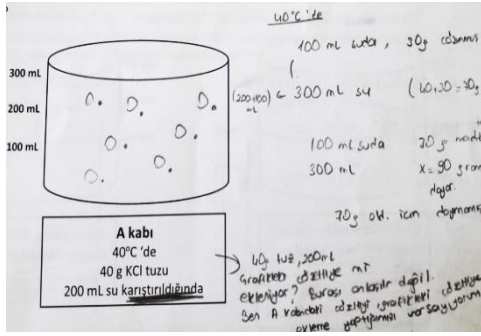
* Do ru cevap

10.sorudaki doymam, çözüntiyi temsil eden A kab,na 10 g tuz ilave edildi inde çözünlük-s,cakl,k grafi ine göre ilave edilen tuzun çözünen çözüntideki çözünen tanecik say,s,n,n artaca ,n, kat,l,mc,lar,n ço u (n=27) çizimlerinde do ru ekilde göstermi tir. Örne in, Ö34 kodlu kat,l,mc,ya ait çizim a a ,daki gibidir.



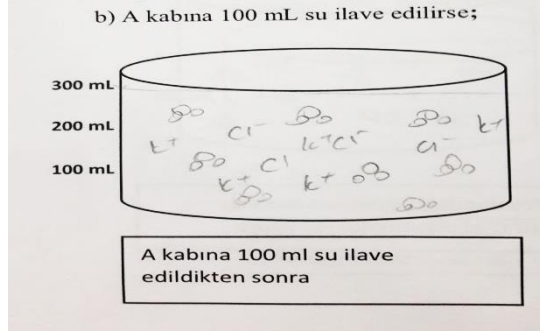
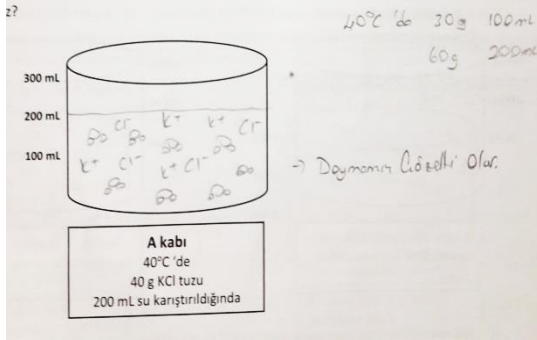
ekil 14. Ö34 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

Di er taraftan, iki kat,l,mc, tuz ilavesi ile çözünen tanecik say,s,n,n azalaca ,n, dü ünerek çizimlerinde çözünen tanecik say,s,n, azaltan yanl, çizimler yapm lard,r. Örne in, Ö20 kodlu kat,l,mc,ya ait çizim a a ,daki gibidir.



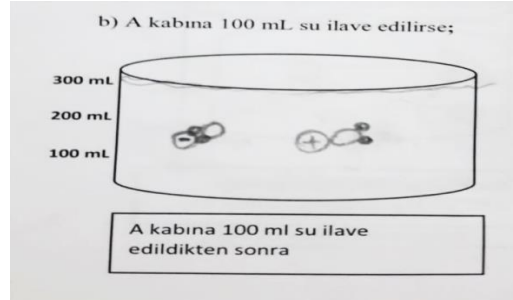
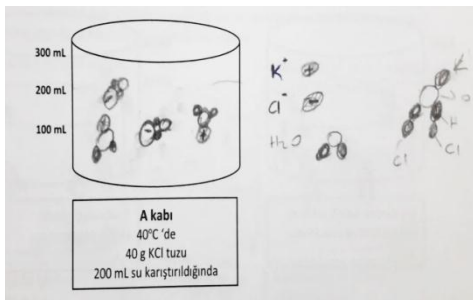
ekil 15. Ö20 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

Tablo 6 incelendi inde doymam, çözeltiyi temsil eden A kab,na 100 mL su ilave edildi inde 17 kat,l,mc,n,n çözeltideki çözünen tanecik say,s,n,n de i meyece ini çizimlerinde do ru ekilde temsil etti i görülmektedir. Örne in, Ö23 kodlu kat,l,mc, tanecik boyutunda yapm, oldu u a a ,daki çizimde çözünen tanecik say,s,n,n, de i tirmemi olup sadece çözelti hacmini artt,rarak do ru çizim yapm, t,r.



ekil 16. Ö23 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

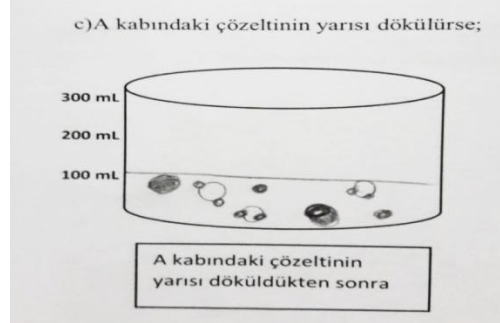
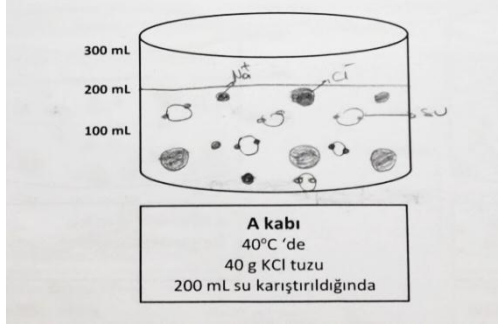
Kat,l,mc,lar,n baz,lar, (n=6) ise çizimlerinde su ilavesi ile daha fazla çözünmü tuz iyonlar, gösterirken baz, kat,l,mc,larda (n=6) çözeltinin seyreltik olaca,n, belirterek çizimlerinde daha az çözünen tanecik göstermi lerdir. Örne in, Ö13 kodlu kat,l,mc, su ilavesi ile daha az say,da çözünen tanecik göstermi tir.



ekil 17. Ö13 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

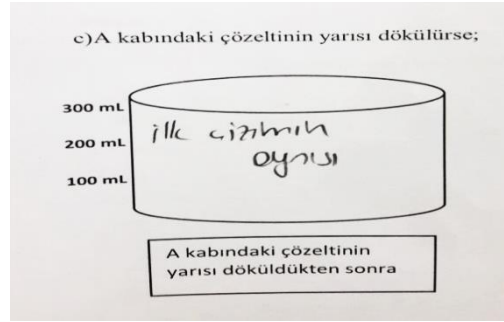
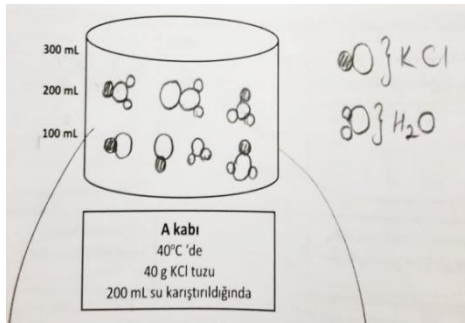
Kat,l,mc,lara doymam, çözeltiyi temsil eden A kab,ndaki çözeltinin yar,s, döküldü ünde ne olur diye soruldu unda kat,l,mc,lar,n ço unlu u (n=22) çözeltinin hacminin

yan, s,ra çözeltildeki çözünen tanecik say,s,n,n da azald, ,n, gösteren do ru çizimler yapm, lard,r. Örne in, Ö32 kodlu kat,l,mc,ya ait çizim a a ,daki gibidir.



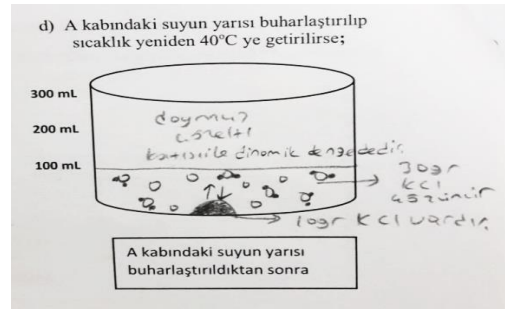
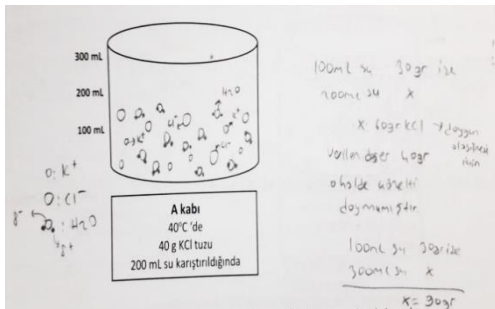
ekil 18. Ö32 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

Bunun yan, s,ra be kat,l,mc, çözünen tanecik say,s,n,n de i meyece i yönünde çizim yaparken bir kat,l,mc, çözünen tanecik say,s,n,n artt, , yönünde çizimler yapm, lard,r (Tablo 6). Örne in, Ö36 kodlu kat,l,mc, çözünen tanecik say,s,n,n de i meyece i yönünde a a ,daki çizim yapm, t,r.



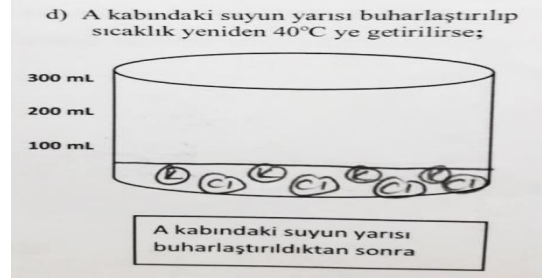
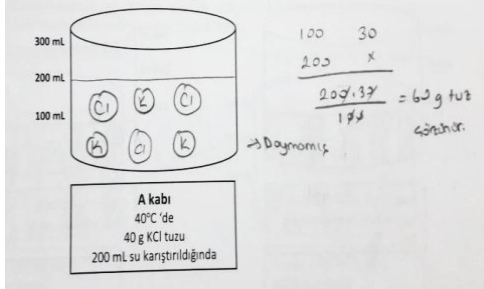
ekil 19. Ö36 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

Kat,l,mc,lar,n yar,s,ndan fazlas, (n=20) doymam, çözeltili temsil eden A kab,ndaki çözeltildeki suyun yar,s, buharla t,r,ld, ,nda çözünen tanecik say,s,n, azaltarak do ru çizim yapm, lard,r. Fakat bu kat,l,mc,lar,n ço unlu u (n=11) çözünen tanecik say,s,n, azaltarak dipte kat, olu umunu gösterirken baz,lar, dipte kat, olu umunu göstermeyerek sadece çözünen tanecik say,s,n, azaltm, lard,r. Ö27 kodlu kat,l,mc,ya ait do ru çizim örne i a a ,daki verilmi tir.



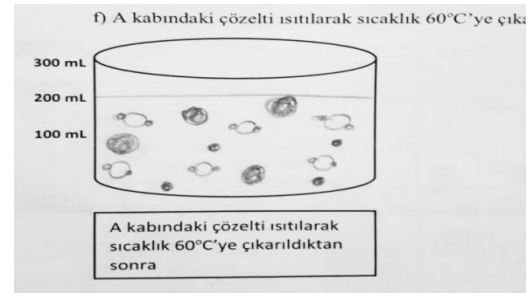
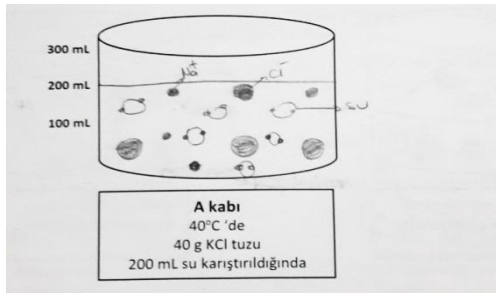
ekil 20. Ö27 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

Bunlar,n d, ,nda, baz, kat,l,mc,lar çözünen tanecik say,s,n, de i tirmeyerek (n=5) veya artt,rarak (n=2) yanl, çizimler yapm, lard,r (Tablo 6). Örne in, Ö2 kodlu kat,l,mc, a a ,daki ekilde görüldü ü gibi çiziminde çözünen tanecik say,s,n, artt,rm, t,r.

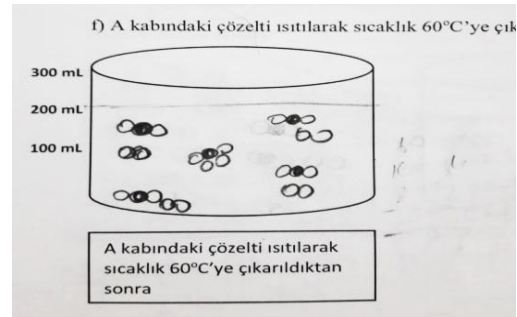
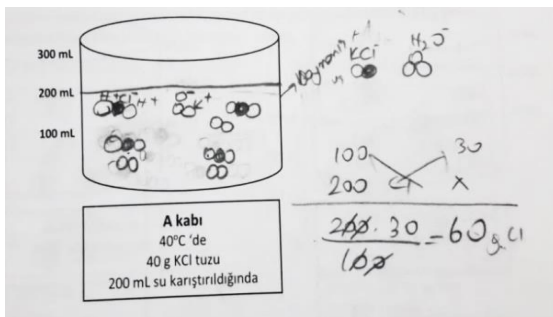


ekil 21. Ö2 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

Doymam, çözeltiliyi temsil eden A kab,ndaki çözelti ,s,t,larak s,cakl,k 60°C'ye ç,kart,l,rsa kat,l,mc,lar,n yar,s,na yak,n, (n=18) çözünen tanecik say,s,n,n de i medi i yönünde do ru çizim yaparken baz, kat,l,mc,lar çözünen tanecik say,s,n,n artt, , (n=5) veya azald, , (n=5) yönünde çizim yapm, lard,r (Tablo 6). Örne in, a a ,daki ekilde görüldü ü gibi Ö32 kodlu kat,l,mc, çiziminde çözünen tanecik say,s,n,n de i meyece ini gösterirken (ekil 22) Ö31 kodlu kat,l,mc, çözünen tanecik say,s,n, artt,rm, t,r (ekil 23).

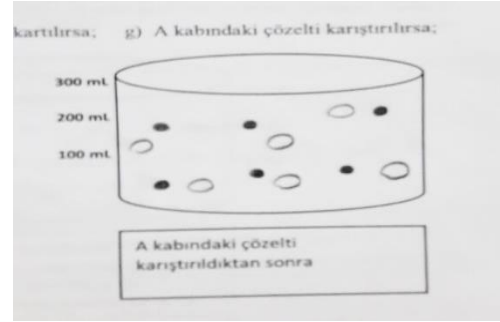
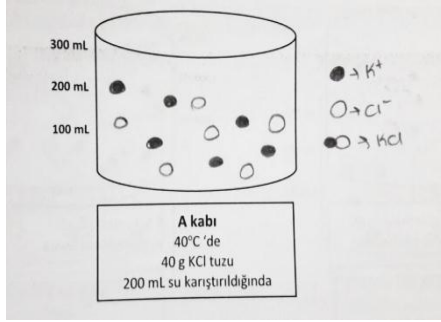


ekil 22. Ö32 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

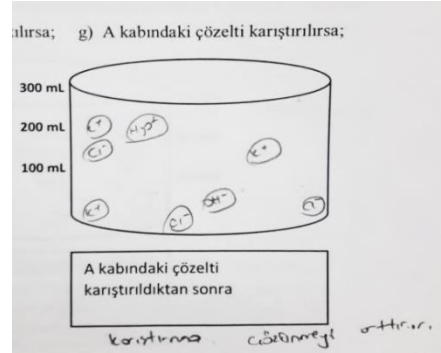
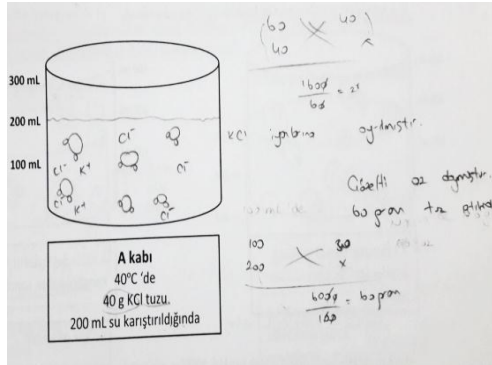


ekil 23. Ö31 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

Tablo 6 incelendi inde kat,l,mc,lar,n ço unlu u (n=19) doymam, çözeltiyi temsil eden A kab,ndaki çözelti kar, t,r,ld, ,nda çözünen tanecik say,s,n, de i tirmeden çizim yaparken baz, kat,l,mc,lar çözünen tanecik say,s,n,n artt, , (n=5) veya azald, , (n=4) yönünde çizim yapm, lard,r. Örne in, Ö25 kodlu kat,l,mc, tanecik boyutunda yapm, oldu u çiziminde kar, t,rma i lemi ile çözünen tanecik say,s,n,n de i meyece ini do ru bir ekilde çizerken (ekil 24), Ö10 kodlu kat,l,mc, çiziminde çözünen tanecik say,s,n, azaltarak yanl, çizim yapm, t,r (ekil 25).

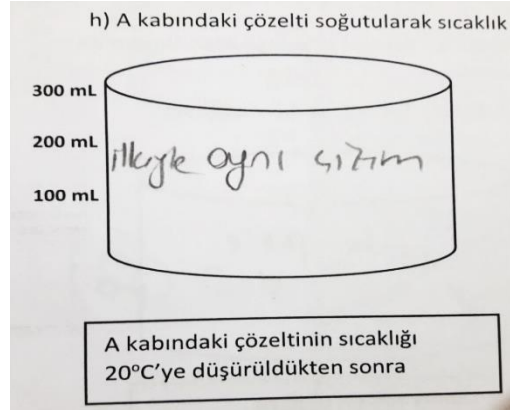
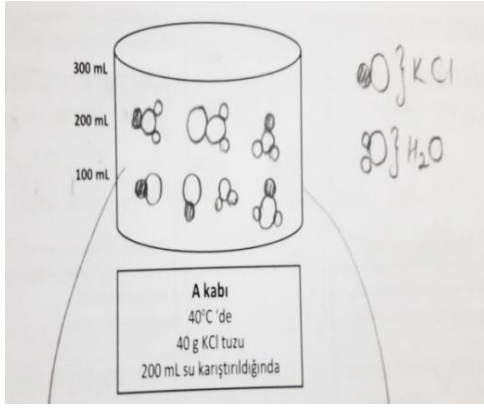


ekil 24. Ö25 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

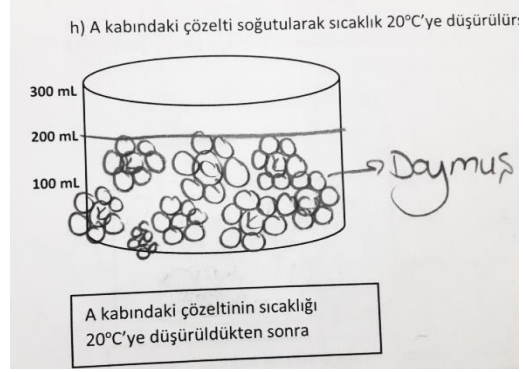
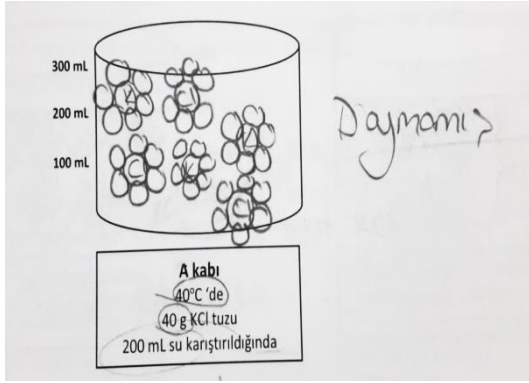


ekil 25. Ö10 kodlu kat,l,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

Doymam, çözeltiyi temsil eden A kab,ndaki çözelti so utularak s,cakl,k 20°C öye dü ürlürse kat,l,mc,lar,n yar,s,na yak,n, (n=12) çözünen tanecik say,s,n,n de i medi i yönünde do ru çizim yaparken kat,l,mc,lar,n yar,s,ndan fazlas, çözünen tanecik say,s,n,n azald, , (n=15) veya artt, , (n=1) yönünde çizim yapm, lard,r (Tablo 6). Örne in, a a ,daki çizimlerde görüldü ü gibi Ö36 kodlu kat,l,mc, çiziminde çözünen tanecik say,s,n,n de i medi ini belirtirken (ekil 26) Ö6 kodlu kat,l,mc, çiziminde A kab,ndaki çözelti so utuldu unda çözünen tanecik say,s,n,n artt, ,n, göstermi tir (ekil 27).



ekil 26. Ö36 kodlu kat,ı,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim



ekil 27. Ö6 kodlu kat,ı,mc,ya ait tanecik boyutunda çizim

Tart, ma ve Sonuç

Ö retmen adaylar,n,n çözünürlük ve çözünürlü e etki eden faktörler konusuna dair yapt,klar, çizimlerden elde edilen bulgular submikroskopik seviyede anlama düzeylerinin dü ük oldu unu göstermektedir. Tanecik boyutundaki çizimlerde çok az ö retmen aday,n,n tuzu iyonlar,na ayr, t,rarak her bir tuz iyonunun su tanecikleri aras,ndaki etkile imi do ru bir ekilde gösterdikleri tespit edilmi tir. Kat,ı,mc,lar,n ço unun çizimlerinde tuz iyonlar,n, ve su moleküllerini göstermelerine ra men su moleküllerinin tuz iyonlar,n, sarmalamas,n, göstermedikleri veya yanl, gösterdikleri belirlenmi tir. Ba ka bir ifadeyle tuz iyonlar, ve su tanecikleri aras,ndaki etkile imi veya hidratasyon olay,n, net olarak göstermedikleri için çözünme olay,n, submikroskopik boyutta tam olarak gösterememi lerdir. Alan yaz,ndaki ö rencilerle yap,lan çal, malarda submikroskopik boyuttaki çizimlerde ö rencilerin suyu göstermedikleri, çözünen maddeyi su tanecikleri aras,ndaki bo luklara yerle tirdikleri tespit edilmi tir. Bir ba ka deyi le, çözücü çözünen aras,ndaki etkile imleri ve hidratasyon olay,n, ele almad,klar, belirlenmi tir (Kal,n, 2008). Bu çal, ma sonucunda, benzer durumlar,n ö retmen adaylar,nda da oldu u ortaya konulmu tur. Ayr,ca baz, kat,ı,mc,lar tuzu iyonlar,na ayr, t,rmadan tek tanecik olarak göstererek yanl, çizimler yapm, lard,r. Elde edilen bu bulgular ö retmen adaylar,n,n çözünmeye dair submikroskopik seviyedeki anlamalar,n,n dü ük oldu unu ortaya koymaktad,r. Bu durumun nedeni olarak ders kitaplar,ndaki submikroskopik seviye ait gösterimlerin az olmas, gösterilebilir. Ders kitaplar, ö retmenlerin anlatacaklar, ders

içeriklerini ve derslerinde kullanacaklar, etkinlikleri belirlerken kullandıkları, ana kaynaklardan birisidir (Nakiboğlu, 2009; Kanlı, ve Yaşar, 2004). Ayrıca, ders kitapları, öğretmenler, öğrenciler için alternatif bir bilgi kaynağıdır (Harrison, 2001). Demirdöğen (2017) Türkiye'deki liselerde okutulan kimya ders kitaplarındaki kimyasal gösterimleri incelediği çalışmada ders kitaplarında daha çok makroskobik ve sembolik gösterimlerin yer aldığı, submikroskobik gösterimlerin ise az olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, kimyasal gösterimlerin birbiriyle ilişkilendirilerek verilmesi gerekliliğini de ünlü ikili ve üçlü gösterimlerin de ders kitaplarında bir arada pek kullanılmadığını tespit etmiştir. Öğrencilerin kimyasal gösterimleri doğru şekilde algılamaları için kimyasal gösterimlerin kitaplarda yer alması, öğrencilerde yanlış anlamalara, yanlış ve net şekilde kitaplarda verilmesi gerekmektedir. Ayrıca, öğretmenlerinde derslerinde üç temel gösterim seviyelerine uygun şekilde yer vermeleri gerekmektedir. Demirdöğen (2017) ders kitaplarındaki submikroskobik gösterimlerin yanlış, net olmayan metin ile ilişkilendirilmediğini ve neleri tasvir ettikleri açıkça belirtilmediğini tespit ederek bu gösterimlerin öğrencilerin anlamaları, öğrenmeleri açısından sorunlu olduğunu belirtmiştir. Ders kitaplarındaki yanlış, öğrencilerin submikroskobik seviyede gerçekleştiren olaylar, zihinlerinde daha iyi canlandırabilmelerini sağlayan bilgisayar destekli simülasyonlar, animasyonlar, videolarla derslerin öğrenilmesi gerekmektedir (Çalık ve Ayas, 2004; Pekdaş, 2010).

Çözünürlüğe etki eden faktörler konusuna ilişkin katılımcılar, yanlış olarak fazla gazların çözünürlüğüne sınırlı katkı olduğunu ve basınç arttıkça azaldığını, ve basınç arttıkça arttığını ifade etmesine rağmen bu konuların yanlış, net tanecik boyutunda doğru çizimler yapmadıkları. Diğer yanlış çizimlerinde homojen dağılıma dikkat etmedikleri belirlenmiştir. Alan yazınındaki çalışmalar (Azizolu ve Geban, 2016; Koç, 2014) ile benzer şekilde bu çalışmada da öğretmen adayların gaz taneciklerinin buldukları ortamdaki dağılımları ile ilgili submikroskobik boyutta anlam düzeylerinin düşük olduğunu ortaya konulmuştur. Toplam katılımcılar üçte biri ise gazların çözünürlüğüne sınırlı katkı artacağı, ve basınç arttıkça azalacağı yönünde yanlış ifade de bulunarak çizimlerini bu ifadelerine uygun olarak yapmadıkları. Benzer şekilde, Koray ve diğerleri (2007) öğrencilerle yaptıkları çalışmada öğrencilerin soğuk içeceklerde daha az gaz çözüldüklerini düşündüklerini tespit etmiştir. Alan yazınındaki bulgulardan farklı olarak bu çalışmada gazların çözünürlüğüne sınırlı etkisine dair bazı katılımcıların çizimlerinde basınç arttıkça gaz çözüldüğü, ve basınç arttıkça gaz çözüldüğüne 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 submikroskobik seviyedeki anlamaları, daha da zorlaşabileceği düşünülebilir. Öğretmen adaylar, bir kapta bulunan gazların sıcak yerden soğuk yerlere götürüldüğünde sadece kabın belirli yerlerinde toplanacağını ve homojen dağılımı, submikroskobik boyutta düşümedikleri hem yanlış kavrama hem de yanlış çizimler ile gösterimleridir (Koç, 2014).

Öğretmen adaylarından submikroskobik boyutta çizim yapmaları istenildiğinde bazı öğretmen adayların soruda verilen çözünürlük-sıcaklık grafiğini yorumlayarak çözümlerin doymu veya doymam olduğunu belirleyemedikleri gözlemlenmiştir. Katılımcılar yanlış olarak yanlış verilen değerler ve grafiğe göre çizimlerinde kabın dibinde katı göstermeleri gerekirken çizimlerinde bunu belirtmedikleri görülmüştür. Bu durum, öğretmen adayların doymu ve doymam, çözümleri kavramaları, makroskobik seviyede bilmelerine rağmen sembolik boyuttaki

verileri yorumlayarak submikroskopik seviyeye aktarmada eksiklikleri oldu unu ortaya koymaktadır. Ayr,ca yine submikroskopik seviyeye ait çizimlerinde su taneciklerinin tuz iyonlar,n, nas,l sarmalad, ,n, göstermede eksiklikleri ve yanl, lar, oldu u gözlenmiştir. Bu bulgular ö retmen adaylar,n,n çözünmenin nas,l gerçekle ti ine dair submikroskopik seviyedeki anlamalar,n,n yetersiz oldu unu göstermektedir. Alan yaz,ndaki birçok çal, mada da benzer durumlar,n ortaya ç,kt, , bildirilmiştir (örn., Dindar, Bekta ve Çelik, 2010; Ebenezer ve Erickson, 1996; Gilbert ve Treagust, 2009; Kal,n ve Ar,k,l, 2010; im ek, Doymu ve Karaçöp 2008; Okumu vd. 2014; Tezcan ve Bilgin 2004; Tezcan ve Y,lmazel, 2004; Tuysuz, Ekiz, Bektas, Uzuntiryaki, Tarkin ve Kutucu, 2011).

Ö retmen adaylar,n,n çözünürlü e etki eden faktörlere dair tanecik boyutundaki çizimleri incelendi inde de submikroskopik boyutta anlamalar,n,n dü ük oldu u görülmü tür. Ö retmen adaylar,n,n çözeltiye su ilavesinde çözünen tanecik say,n,n artaca ,n, dü ündükleri ve bu yönde çizim yapt,klar, gözlemlenmiştir. Baz, kat,l,mc,lar ise çözeltinin seyreltik hale geldi ini belirterek çözünen tanecik say,s,n, azaltarak çizim yapm, lard,r. Bu ö retmen adaylar,n,n çözeltinin seyreltik veya deri ik olmas, ile çözünürlük aras,nda yanl, bir ili ki kurduklar, söylenebilir. Az say,da olmakla birlikte baz, kat,l,mc,lar,n tanecik boyutundaki çizimleri çözeltinin yar,s, döküldü ünde çözünen tanecik say,s,n,n de i meyece i yönünde submikroskopik seviyede yanl, anlamaya sahip oldu unu göstermiştir. Doymam, çözelti için suyun yar,s, buharla t,r,ld, ,nda çözünen tanecik say,s,n,n azalaca ,n, göstermelerine ra men baz, kat,l,mc,lar,n çözünmeyen taneciklere ne oldu unu belirtmedikleri görülmü tür. Ba ka bir ifadeyle, çözünmeyen taneciklerinin dipte kat, olarak birikece ini göstermemi lerdir. Ö retmen adaylar, doymam, çözeltiyi temsil eden A kab,ndaki çözelti için s,cakl,k dü ürüldü ünde kat,lar,n çözünürlü ünün azalaca ,n, dü ünerek grafikteki verileri dikkate almadan çizimlerinde çözünen tanecik say,s,n,n azald, ,n, göstermiştir. Bu durum sembolik boyuta dair grafikte verilen bilgileri tanecik boyutundaki çizimlerine entegre edemediklerini göstermektedir. Genel olarak ö retmen adaylar,n,n çözünürlük ve çözünürlü e etki eden faktörler konusunda gerçekle en kimyasal olaylar, zihinlerinde do ru bir ekilde canland,ramamakta ve submikroskopik düzeyde anlamakta güçlük çekmektedirler. Ayr,ca, kimyan,n temel gösterim seviyeleri olan makroskopik, submikroskopik ve sembolik seviye aras,ndaki ili kiyi kuramamaktad,rlar (Coll ve Treagust, 2002; Demirdö en, 2017; Devetak vd., 2004; Gilbert, 2010; Gilbert ve Treagust, 2009; Wu vd., 2001).

Kaynakça

- An,lan, B. (2017). Fen Bilimleri Ö retmen Adaylar,n,n Kimya Kavram,na li kinin Metaforik Alg,lar,. *E itimde Nitel Ara t,rmalar Dergisi*, 5(2), 7-27.
- Atasoy, B. (2004). *Fen ö renimi ve ö retimi*. Asil yay,n da ,t,m.
- Avinç Akp,nar, . (2010). *Kimyada Çözeltiler Konusunun Ö retimi için Yap,land,rmac, Yakla ,ma Uygun Aktif Ö renme Etkinliklerinin Geli tirilerek Uygulanmas, ve De erlendirilmesi*. Atatürk Üniversitesi: Yay,mlanmam, doktora tezi.
- Ayas, A., & Özmen, H. (2002). Lise kimya ö rencilerinin maddenin tanecikli yap,s, kavram,n, anlama seviyelerine ili kin bir çal, ma. *Bo aziçi Üniversitesi E itim Dergisi*, 19(2), 45-60.
- Ayas, A., Co tu, B., Çal,k, M., Ünal, S., & Karata , F. Ö. (2001). Ö retmen adaylar,n,n çözelti haz,rlama ve laboratuvar malzemelerini kullanma yeterliliklerinin belirlenmesi. *XV. Ulusal Kimya Kongresinde Sunulmu Bildiri*.
- Ayas, A., Karamustafao lu, S., Cerrah, L., & Karamustafao lu, O. (2001). Fen bilimlerinde ö rencilerdeki kavram anlama seviyelerini ve yanlg,lar,n, belirleme yöntemleri üzerine bir

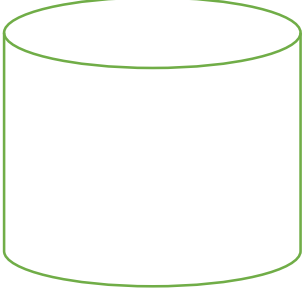
- inceleme. *X. Ulusal E itim Bilimleri Kongresinde Sunulmu Bildiri, Abant zzet Baysal Üniversitesi, Bolu.*
- Azizolu, N., & Geban, Ö. (2016). Students' preconceptions and misconceptions about gases. *Journal of Balıkesir University Institute of Science and Technology*, 6(1), 73-78.
- Bal, M., A. G., & Orman, Ü. (2012). İlköğretim öğrencilerinin ömaddenin tanecikli yapısına yönelik anlama düzeylerinin çizim yoluyla belirlenmesi ve farklı denemelere göre analizi. *E itim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 255-265.
- Cardellini, L. (2012). Chemistry: why the subject is difficult?. *Educación química*, 23, 305-310.
- Cheng, M., & Gilbert, J. K. (2009). Towards a better utilization of diagrams in research into the use of representational models in chemical education. In: Gilbert JK, Treagust DF (eds) Multiple representations in chemical education, pp 55-73. Springer, The Netherlands.
- 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 Çal, M. (2007). Çözünürlük konusu ile ilgili kavramlar ne düzeyde anlaşılıyor? *Bozüyük E itim Fakültesi Dergisi*, 24(2)13-28.
- Çal, M., & Ayas, A. (2003). Çözeltilerde Kavramların, Testi Hazırlama ve Uygulama. *Pamukkale Üniversitesi E itim Fakültesi Dergisi*, 14(14), 1-17.
- Çal, M., & Ayas, A. (2004). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çözünme hakkındaki anlamaları: Olay odaklı bir çalıştırma. *Hasan Âli Yücel E itim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 61-81.
- Çal, M., Ayas, A. ve Ünal, S. (2006). Çözünme kavramıyla ilgili öğrenci kavramlarının tespiti: Bir çalıştırma çalışması. *Gazi Üniversitesi Türk E itim Bilimleri Dergisi*, 4(3), 309-322.
- Çepni, S., ve Çil, E. (2009). *Fen ve teknoloji programı, ilköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen el kitabı*. Ankara: Pegem A Yayınları.
- 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.
- Demirbağ, M., Tanrıverdi, G., Altın, D. ve Şahintürk Y. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler konusundaki kavram yanlışlıklarının giderilmesinde kavramsal denemelerin etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 1(2), 52-68.
- Demircioğlu, H. ve Demircioğlu, G. (2005). Lise 1 öğrencilerinin öğrendikleri kimya kavramlarının değerlendirilmesi üzerine bir çalıştırma. *Gazi Üniversitesi Kastamonu E itim Dergisi*, 13(2), 401-414.
- Demirdöven, 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.
- 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.
- 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 E itim 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. (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.
- 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 168
- 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.
- Gültekin, C. (2009). *Ortaö retim 9. S.n.f ö rencilerinin çözeltiler ve özellikleri konusu ile ilgili grafik çizme okuma ve yorumlama becerilerinin incelenmesi*. Bal,kesir Üniversitesi: Yay,nlanmam, Yüksek Lisans Tezi.
- Gültekin, C. (2014). *Ortaö retim ö rencileri ile üniversite ö rencilerinin hal de i imi, çözeltiler ve çözünürlük konular, ile ilgili grafik çizme okuma ve yorumlama becerilerinin kar ,la t,r,lmas., Bal,kkesir Üniversitesi:Yay,nlanmam, doktora tezi.*
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31(3), 401-435.
- Hodgson, C., & Pyle, K. (2010). *A literature review of Assessment for Learning in science*. Slough: Nfer.
- 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.
- Kal,n, B. (2008). *Üniversite ö rencilerinin çözeltiler konusundaki kavram yan,lg,lar,. Bal,kesir Üniversitesi: Yay,nlanmam, Yüksek Lisans Tezi.*
- Kal,n, B. ve Ar,k,l, G. (2010). Çözeltiler konusunda üniversite ö rencilerinin sahip oldu u kavram yan,lg,lar,. *Necatibey E itim Fakültesi Elektronik Fen Matematik E itimi Dergisi*, 4(2), 177-206.
- Kanl,, U. ve Ya basan, R. (2004). Ortaö retim Fen ve Matematik Ders Kitaplar,n,n E itimsel Tasar,m,n,n De erlendirilmesi. *E itim ve Bilim*, 29(133), 3-10.
- Kap,c,, H. Ö. ve Sava c,-Aç,kkal,n, F. (2017) Fen E itiminde Ders Kitaplar, ve Çoklu Gösterimler. Akçay B, Ed., *Fen Bilimleri E itimi Alan,ndaki Ö retmen ve Ö renme Yakla ,mlar., Pegem A Yay,nc,l,k, Ankara*, ss.227-240,
- Kirman-Bilgin, A., Er-Nas, S., ve pek-Akbulut, H. (2014). Ö retmen Adaylar,n,n Çözünürlük Konusuna Yönelik Alternatif Kavramlar,n,n Belirlenmesi. *Uluda Üniversitesi E itim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 371-392
- Koç, Y. (2014). Fen e itimi ö rencilerinin gazlar,n da ,l,m,n, mikro boyutta anlama düzeyleri. *e-Kafkas E itim Ara t,rmalar, Dergisi*, 1(1), 40-48.
- Koray, Ö., Akyaz, N. ve Köksal, M. S. (2007). Lise ö rencilerinin öçözünürlükö konusunda günlük ya amla ilgili olaylarda gözlenen kavram yan,lg,lar,. *Kastamonu E itim 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 studentsø understanding of chemical concepts. In S. Glynn, R. Yeany, & B. Britton (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 1176147). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- 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.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of chemical Education*, 69(3), 191.

- Nakibo lu, C. (2009). Deneyimli kimya ö retmenlerinin ortaö retim kimya ders kitaplarını kullanımlarının incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi K,r ehir E itim Fakültesi Dergisi (KEFAD)* 10(1), 91-101.
- Okumu , S., Öztürk, B., Doymu , K., & Alyar, M. (2014). Maddenin tanecikli yap,s,n,n mikro ve makro boyutta anlaşılması ve anlaşılmasınan. *E itim Bilimleri Ara tırmalar, Dergisi*, 4(1), 349-368.
- Önder, . (2006). *The effect of conceptual change approach on students' understanding of solubility equilibrium concept*. ODTÜ: Yayınlanmam, doktora tezi, Ankara.
- Özyalçın-Oskay, Ö. (2007). *Kimya e itiminde teknoloji destekli probleme dayalı öğrenme etkinlikleri*. Hacettepe Üniversitesi: Yayınlanmam, doktora tezi.
- Pekda , B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen E itimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
- 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.
- Sim ek, Ü., Doymu , K., ve Karaçöp, A. (2008). Çözümler Ünitesinde Uygulanan Grup Ara tırmaları, Tekni inin Öğrencilerin Maddenin Tanecikli Yapı, Anlamaları ve Akademik Başarıları ve Akademik Başarıları Etkisi. *Bayburt E itim 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,
- Tezcan, H. ve Bilgin, E. (2004). Liselerde çözünürlük konusunun öğreniminde laboratuvar yönteminin bazı faktörlerin öğrenimi başarisına etkileri. *Gazi E itim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 175-191.
- Tezcan, H. ve Yılmazel, S. (2004). Lise öğrencilerinin çözünürlük konusundaki kavram yanlışları, tespiti ve giderilmesi konusunda yöntemlerin ve diğer bazı etkenlerin araştırılması. *Türk E itim 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.
- Tuysuz, M., Ekiz, B., Bektas, O., Uzuntiryaki, E., Tarkin, A. ve Kutucu, E. S. (2011). Pre-service chemistry teachers' understanding of phase changes and dissolution at macroscopic, symbolic, and microscopic levels. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 15, 452-455.
- Uluçnar Sarı, ., Tekin, S. ve Karamustafao lu, S. (2012). Sınıf öğretmen adaylarının bazı kimya kavramlarının anlaşma düzeyleri. *Dicle Ziya Gökalp E itim Fakültesi Dergisi*, 19, 112-135.
- Tyson, L., Treagust, D. F., & Bucat, R. B. (1999). The complexity of teaching and learning chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 554.
- 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., Uluta , B. ve Akku , H. (2017). Kimya Öğretmen Adaylarının Asitlik Kavramı ile İlgili Anlamaları ve Çizimlerle De ğerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi K,r ehir E itim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18, 103-124.
- Yıldırım, A. ve Sim ek, H. (2008). *Nitel araştırma yöntemleri*. (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

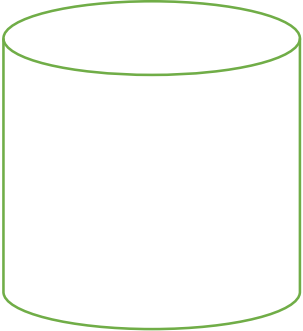
EK

Soru 6: Farkl s,cakl,klardaki (25°C ve 50°C) iki tane 330 mLdik gazl, iecek ayn, anda a,larak 10 saniye bekleniyor. A,ld,ktan 10 saniye sonraki durumda iki kola iin **tanecik boyutundaki** izimlerinizi (s,v, ve gaz taneciklerine ait) a a ,daki kutucuklar,n ierisine yap,n,z. izimlerinize dair a,klamalar,n,z, ve nedeninizi yaz,n,z.



25 °C, 1 atm

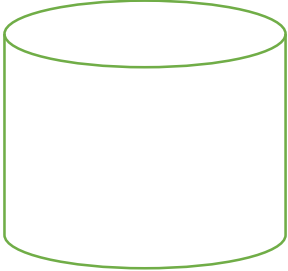
iziminize dair a,klama:



50 °C, 1atm

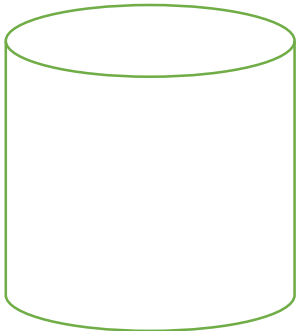
iziminize dair a,klama:

Soru 7: Ayn, s,cakl,ktaki iki tane 330 mLdik gazl, ieekten birincisi 4 atm bas,nta, ikincisi 0,5 atm bas,nta ayn, anda a,larak 10 saniye bekleniyor. A,ld,ktan 10 saniye sonraki durumda iki kola iin **tanecik boyutundaki** izimlerinizi (s,v, ve gaz taneciklerine ait) a a ,daki kutucuklar,n ierisine yap,n,z.



4 atm

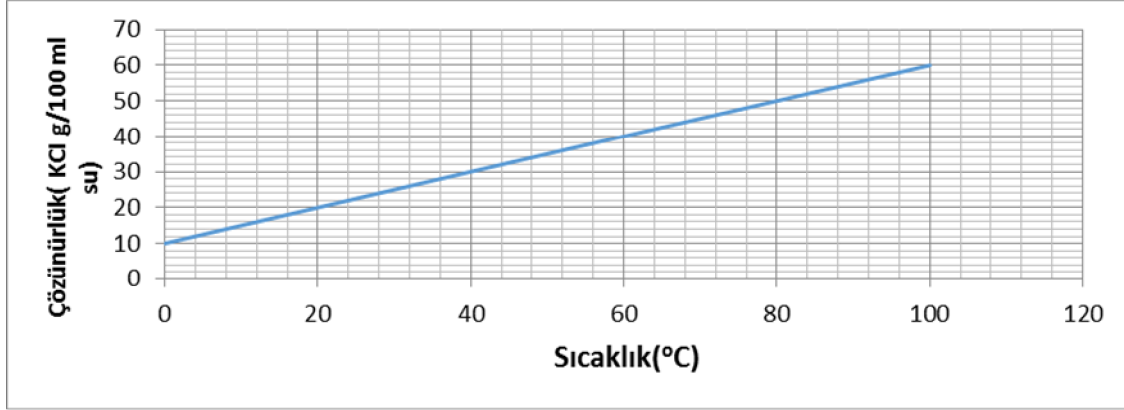
iziminize dair a,klama:



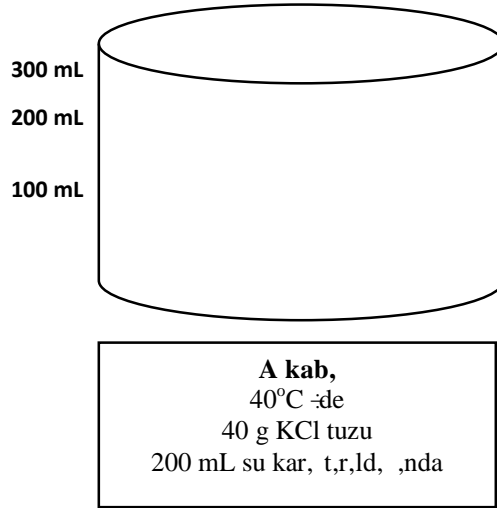
iziminize dair a,klama:

10. ve 0.5 atm verilen grafi e göre cevaplay,n,z.

A a ,daki grafik KCl tuzunun sudaki çözünürlük-s,cakl,k de erlerini temsil etmektedir.



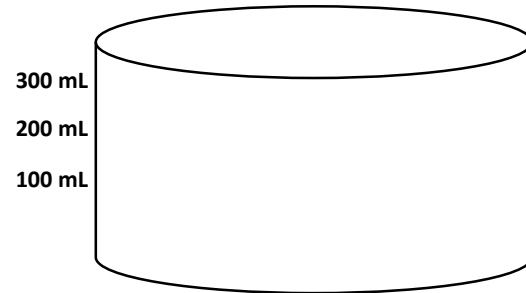
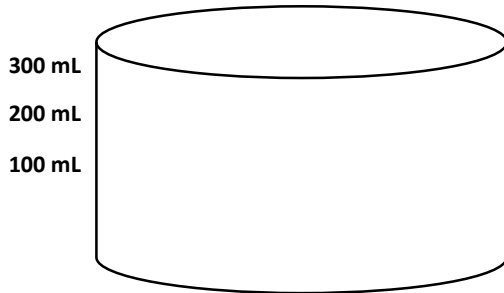
Soru 10: A a ,daki kutunun içerisine alt,nda verilen bilgileri dikkate alarak **tanecik boyutunda** çiziminizi yap,n,z?



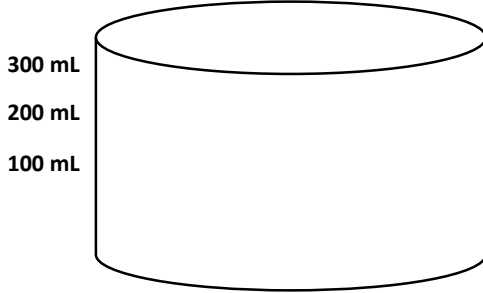
Soru 11: 10. soruda olu turdu unuz çözeltiye a a ,daki etkiler yap,ld, ,nda ortaya ç,kacak durumlara ili kin **tanecik boyutunda** çizimlerinizi a a ,daki kaplara yap,n,z.

a) A kab,na 10 g tuz ilave edilirse;

b) A kab,na 100 mL su ilave edilirse;

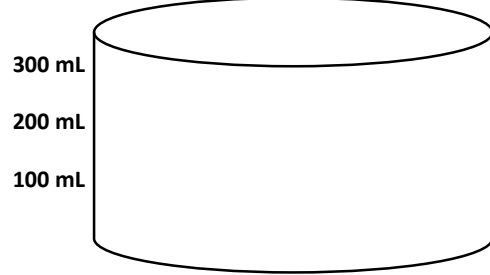


c) A kab,ndaki çözeltinin yar,s, dökülürse;



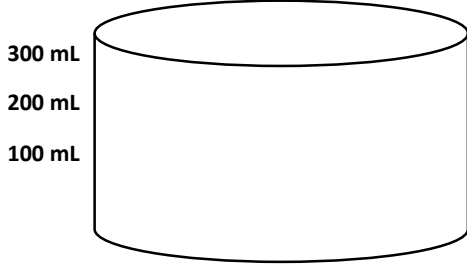
A kab,ndaki çözeltinin yar,s,
döküldükten sonra

d) A kab,ndaki suyun yar,s, buharla t,r,l,p
s,cakl,k yeniden 40°C ye getirilirse;



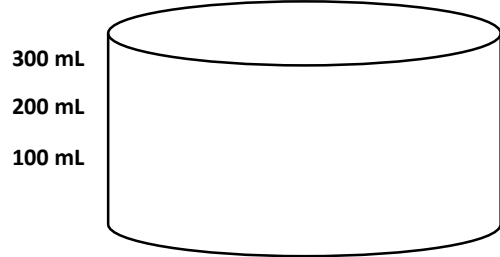
A kab,ndaki suyun yar,s,
buharla t,r,ld,ktan sonra

f) A kab,ndaki çözelti ,s,t,larak
s,cakl,k 60°Cøye ç,kart,l,rsa;



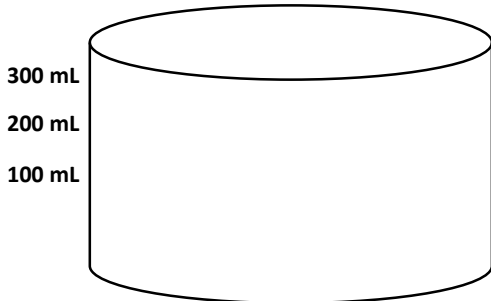
A kab,ndaki çözelti ,s,t,larak
s,cakl,k 60°Cøye ç,kar,ld,ktan
sonra

g) A kab,ndaki çözelti kar, t,r,l,rsa;



A kab,ndaki çözelti
kar, t,r,ld,ktan sonra

h) A kab,ndaki çözelti so utularak s,cakl,k 20°Cøye dü ürlürse



A kab,ndaki çözeltinin s,cakl,k , 20°Cøye
dü ürlükten sonra

A kab,na 10 g tuz ilave edildikten
sonra

A kab,na 100 ml su ilave edildikten
sonra

Extended Abstract

Introduction

Chemical concepts and chemical phenomena can be explained by the behaviors of particles in the submicro level due to their abstract nature. It is recognized that the chemistry learning requires understanding at three levels: macroscopic level, submicroscopic level, and symbolic level (Johnstone, 2000). Many students are unable to establish a link between three levels of representation at the same time (Sim and Daniel, 2014).

Many chemical events that occur in the environment are related to solution and solubility concept. The understanding of these concepts contributes to the understanding of chemical phenomena and other chemistry concepts such as acid-base, electrochemistry and solubility equilibrium. Demircio lu and Demircio lu (2005) found that solubility, factors affecting solubility, solutions and solution types are among the most difficult topics seen by the high school students. The main reason of this issue is that students could not image the process of solubility in their minds at submicroscopic level.

In the literature, researchers have used different data collection tools: multiple choice questions, interviews, poetry and stories, open-ended questions, and drawings in order to examine students' and preservice teachers' understanding of chemistry subjects. Particularly, understanding at submicroscopic level cannot be revealed by classical tests or techniques, so particulate drawing is necessary. Asking students to visualize their ideas by drawings is crucial in terms of revealing models in their minds and providing complementary information to their verbal expressions (Cheng and Gilbert, 2009; Devetak et al., 2009). Students' drawings were also seen as an effective teaching strategy to eliminate the misconceptions occur during chemistry teaching and prevent new ones (Devetak, et al., 2004). Teachers should use representations and drawings during chemistry teaching in order to help students to comprehend chemical concepts in accordance with the scientific view. The teacher's misrepresentations may cause the student not to learn the subject effectively and to have misconceptions. For this reason, teachers need to have scientifically appropriate mental models in submicroscopic level (Yalçın-Çelik et al., 2017). The way preservice teachers express chemical phenomena in drawings should be investigated so that they do not lead to such problems when they become a teacher in the future due to their incorrect drawings or misunderstandings at the submicroscopic level. Therefore, the aim of this research was to determine preservice chemistry teachers' understanding of solubility concept at submicroscopic levels by drawings.

Method

This study is a qualitative study. Participants of the study were 36 preservice chemistry teachers (25 female, 11 male) studied at Van Yuzuncu Yıl University and Gazi University Education Faculty. Data were gathered by open-ended questions requiring explanations and drawings developed by researchers. Data obtained from the study were analyzed using content analysis through the deduction method. Preservice teachers' drawings were coded as correct, partially correct or incorrect in the direction of certain criteria. During the data analysis, authors separately analyzed the answers of five preservice teachers selected randomly and then compared their coding. Regarding the ethical issues, the participants' names were numbered from 1 to 36 as Ö1, Ö2, ..., Ö36.

Results

In general, preservice teachers are unable to accurately visualize the chemical events related to the solubility and factors affecting it at the submicroscopic level. In addition, they do not correlate the relationship between the macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels of the chemical representations. In the particulate drawings, although most of the participants showed salt ions and water molecules in their drawings, few of them displayed the interaction between each salt ion and water particles correctly.

Regarding the factors affecting solubility of gases, more than half of the participants stated that the solubility of the gases decreased with increasing temperature and increased with increasing pressure. However, most of these participants had difficulty in representing in the submicroscopic level. Furthermore, a third of the total participants' drawings were incorrect since they represented that the solubility of the gases increases as the temperature increases and decreases as the pressure increases.

It was observed that the preservice teachers thought that the number of dissolved particles would increase in the addition of water to the unsaturated solution. In addition, some participants did not change the number of particles that were dissolved in their drawings when the half of the solution was poured. Although some participants showed that the number of particles dissolved decreased when half of the water for the unsaturated solution evaporated, they did not represent insoluble particles. In other words, they did not show the insoluble particles would accumulate as the bottom layer. Moreover, it was determined that they made their drawings regardless of the graphical data.

Discussion

In the literature, studies conducted with students indicated that they did not present water molecules or they placed the dissolved substance in the spaces between water particles without addressing the interactions between the solvent and solute (Kalın, 2008). Similar situations were also seen in preservice teachers' drawings. These findings revealed that preservice teachers had a lower understanding of solubility at the submicroscopic level. The reason for this issue might be that the representations at submicroscopic level in the textbooks are insufficient. Textbooks are one of the main sources teachers use while teaching the course content. In addition, textbooks are an alternative source of information for students other than teachers. The study of Demirdö en (2017) revealed that submicroscopic representations took place less than macroscopic and symbolic representations in chemistry textbooks taught in high schools in Turkey.

Similar to previous research studies, the findings of this study indicated that preservice teacher had low levels of comprehension in the submicroscopic level in terms of the distribution of gaseous particles (Azizolu and Geban, 2016, Koç, 2014). Unlike the findings in the literature, in this study, some participants incorrectly correlated the increase in temperature and pressure with the gas output. It was revealed that they had a misconception that the gas output would be less as the temperature increased and the gas output would increase as pressure increased. The result of the study also indicated that preservice chemistry teachers cannot integrate the information on the symbolic level into their particulate drawings.