



## Misconceptions Possessed by Undergraduate Students about the Topic "Solutions"

**Birsen KALIN and Gamze ARIKIL\***

Balıkesir University, Balıkesir, TURKIYE

Received: 15.06.2010

Accepted: 30.12.2010

---

**Abstract** – This study aims at identifying misconceptions of undergraduate students studying at different departments of Education Faculty and Arts & Sciences Faculty of Balıkesir University on the topic "solutions" and figures out the conceptual models of students about dissolution at particle level. For this reason, a questionnaire which consisted of 3 open-ended questions related to the density of solutions, particular structure of solutions and volume change in dissolution was applied to 416 students in 2006 – 2007 academic year after the topic "solutions" was taught. Responses of the students can be grouped under 5 headings which are "right", "partially misconception", "misconception", "not responded", and "failed to relate". Each category's frequency was calculated and identified misconceptions were categorized. Besides; interviews were conducted with 43 students. As a result of the study, students possess a number of misconceptions related to this topic and some recommendations are made to prevent them.

*Key words:* Undergraduate students, misconceptions, solution, density, particulate structure, dissolution.

### Summary

#### Introduction

In recent years, misconceptions have a significant place in the studies related to science teaching. This condition as expressed meticulously by the researchers influences learning environment quite negatively. Misconceptions are students' interpretations of the concepts, which they find difficult to understand, appropriate to their comprehension and their point of views about scientific concepts are different from the ones accepted by scientists (Cuse, 1997). Such conceptions seen in students are called misconceptions in educational

---

\* Corresponding author: Gamze Arıkıl, Assistant Professor in Science Education,  
Balıkesir University, Necatibey Education Faculty, Dinkçiler Mah., Soma Cad., 10100, Balıkesir, TURKIYE  
E-mail: gtekin@balikesir.edu.tr

researches (Disessa & Sherin, 1998), naive conceptions (Chi, Slotta & Leeuw, 1994), common sense concepts, misunderstanding (Spada, 1994), children's science (Azizoğlu, Alkan & Geban, 2006), preconceptions, mental models (Vosniadou, 1994), student's descriptive, explanatory systems (Nakhleh, 1992), alternative frameworks (Caravita & Halden, 1994), naive beliefs (Bliss & Ogborn, 1994), alternative conceptions (White, 1994); Hewson & Hewson, 1983) and conceptual frameworks (Driver & Erickson, 1983).

This study aims at finding out how students express dissolution in macroscopic level and particulate level and also tries to determine their misconceptions about the topic "solutions".

## **Method**

### *Sample of the Study*

416 students studying at the departments of Elementary Science Teaching, Elementary Mathematics Teaching, Chemistry Teaching, Computer and Instructional Technologies Teaching at Necatibey Education Faculty and at the department of Chemistry at Arts & Sciences Faculty in 2006–2007 academic year – spring term make up the sample of this study.

### *Research Model*

This study is a *Case Study Survey Model*. This model presents survey arrangements aiming at reaching a judgement about a certain unit (an individual, family, school, etc.) at the universe defining the relations of this unit in depth and in width (Karasar, 2005).

### *Data Gathering Instruments*

The questionnaire used in this study consists of 3 open-ended questions. After gathering data from the questionnaires applied to students, interviews are conducted with students in order to reach more detailed information about their misconceptions.

### *Analysis of Data*

Before data analysis, right answers of the questions in the questionnaire were defined. Content analysis was taken into consideration in the data analysis (Yıldırım & Şimşek, 2006). Categories were structured in order to group student responses and express misconceptions. While structuring those categories, literature was followed up. (Azizoğlu, Alkan & Geban, 2006).

## Results and Conclusions

Analysis of each question is presented under different headings as presented below.

### *Calculation of the Density of Pure Substances and Solutions*

In part A of this question, students were asked to calculate the density of pure water whose mass and volume are given. In part B of this question, mass of salt, water and volume of water-salt solution are given to the students and they are asked to calculate the density of salt-water solution. 94 % of students succeeded in the calculation of the density of pure water. 6 % of them had trouble with this respect. 83 % of students calculated the density of salty water solution correctly however; 17 % of them were observed to have problems with giving correct responses.

### *The Presentaion of Pure Substances and Solutions at Particle Level*

Students were asked to draw the particulate structure of three pure substances namely alcohol, water and sugar and two solutions formed from those pure substances, alcohol – water and sugar – water. Students' drawings are presented in figures.

### *Volume Change in Dissolution*

Part A of this question tested the way how the students relate dissolution and volume decrease. Mostly encountered misconception related to the explanation of this question given by the students is the chemical reaction of ethanol with water and CO<sub>2</sub> formation.

Part B of the third question tests what the solubility of CCl<sub>4</sub> and water depends on. Students were asked about the volume change when CCl<sub>4</sub> and water were mixed. The explanation “Water is polar and CCl<sub>4</sub> is apolar. Hence no solution forms when two substances are mixed. Thus, total volume is equal to sum of the volumes of water and CCl<sub>4</sub>.” was accepted as the correct answer and the rest of the answers were accepted as misconception.

It is seen that students do not have much difficulty in calculating the density of a given pure substance and solution mathematically however; they carry a number of misconceptions in the meaning of the concept “density”. Especially, it is remarkable that students studying at the departments of chemistry and chemistry teaching also possess such misconceptions related to chemistry concepts. When it is thought that those teacher candidates will be teaching these concepts in the future, determination and elimination of these misconception on time comes out as a significant issue. It is thought that the learning quality will benefit in the teaching of solutions topic in case the misconceptions found out in this study are taken into consideration. In the elimination of misconceptions, new teaching methods can be used (Ünal, Bayram &

Sökmen, 2002; Kabapınar, 1999) as well as constructivist approach (Kabapınar, 2006; (Scott, Asoko, Driver & Emberton, 1994)).

### **Implications**

- Qualitative meaning of formulas should be highlighted despite memorization.
- The lecture of the topics should be degraded from macroscopic to microscopic level.
- Grafical materials should be used in the transformation of the knowledge.
- Appropriate teaching methods and techniques should be chosen to avoid building misconceptions in students' minds.

## Çözeltiler Konusunda Üniversite Öğrencilerinin Sahip Olduğu Kavram Yanılgıları

Birsen KALIN ve Gamze ARIKIL<sup>†</sup>

Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 15.06.2010

Makale Kabul Tarihi: 30.12.2010

*Özet* – Bu çalışma; çözeltiler konusunda üniversite öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanılgılarının tespit edilmesine ve tanecik boyutunda çözünme olayının öğrenciler tarafından nasıl tanımlandığının belirlenmesine yöneliktir. Bu amaçla 2006–2007 öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesinin Fen Bilgisi Öğretmenliğinde, İlköğretim Matematik Öğretmenliğinde, Kimya Öğretmenliğinde, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliğinde ve Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde okumakta olan toplam 416 öğrenciye çözeltiler konusu işlendikten sonra “çözeltilerin yoğunluğu, çözeltilerde tanecikli yapı ve çözünme olayında hacim değişimi” ile ilgili 3 açık uçlu sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Öğrencilerin yanıtları genel olarak 5 kategoride (doğru, kısmi kavram yanılgısı, kavram yanılgısı, cevapsız, ilişkilendiremem) toplanmıştır. Her kategori için frekans hesaplaması yapılmış ve kavram yanılgıları bulunan cevaplar da kendi aralarında alt-kategorilere ayrılmıştır. Ayrıca, ankete katılan 416 öğrencinin 43’ü ile ikili görüşmeler yapılmıştır. Yapılan çalışmada öğrencilerin çözeltiler konusunda pek çok kavram yanılgısına sahip olduğu tespit edilmiş ve tespit edilen bu kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

*Anahtar kelimeler:* Üniversite Öğrencileri, Kavram Yanılgıları, Çözelti, Yoğunluk, Tanecikli Yapı, Çözünme

### Giriş

Son yıllarda fen öğretimi ile ilgili yapılan çalışmalarda kavram yanılgıları geniş bir yer tutmaktadır. Araştırmacıların da titizlikle üzerinde durduğu bu durum, öğrenme ortamını son derece olumsuz olarak etkilemektedir. Kavram yanılgıları; öğrencilerin anlamada güçlük çektikleri kavramları kendi anlayışlarına göre uygun bir şekilde yorumlamaları ve bilimsel kavramlara bakış açılarının bilim adamları tarafından kabul edilmiş olanlardan farklı olmasıdır (Cuse, 1997). Öğrencilerde görülen bu tür kavramalar eğitim araştırmalarında; yanlış kavrama (misconceptions) (Disessa & Sherin, 1998), ilk kavramalar (naive conceptions) (Chi, Slotta & Leeuw, 1994), genel duyu kavramları (common sense concepts), yanlış anlamalar (misunderstanding) (Spada, 1994), çocukların bilimi (children’s science)

<sup>†</sup> İletişim: Gamze Arıkal, Yard. Doç. Dr, Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fak. İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi ABD, Dinkçiler Mah., Soma Cad., 10100, Balıkesir, TÜRKİYE  
E-mail: gtekin@balikesir.edu.tr

(Azizoğlu, Alkan & Geban, 2006), ön kavramalar (preconceptions), zihinsel modeller (mental models) (Vosniadou, 1994), öğrencilerin tanımlaması (student's descriptive), açıklayıcı sistemler (explanatory systems) (Nakhleh, 1992), alternatif çerçeveler (alternative frameworks) (Caravita & Halden, 1994), ilk inançlar (naive beliefs) (Bliss & Ogborn, 1994), alternatif kavramalar (alternative conceptions) (White, 1994); Hewson & Hewson, 1983) ve kavramsal çerçeveler (conceptual frameworks) (Driver & Erickson, 1983) gibi çok farklı şekillerde adlandırılmaktadır.

Kavram yanlışları araştırmacılar tarafından farklı türlerde sınıflandırılmakla birlikte genel olarak; *ön yargılı düşünceler, bilimsel olmayan inançlar, kavramsal yanlış anlamalar, dil yanlışları* ve *gerçeklere dayanan kavram yanlışları* şeklinde beş kategoride toplanmıştır (Cuse, 1997). Bu sınıflandırma, öğrencilerde en çok rastlanan kavram yanlışlarına göre oluşturulmuştur.

Prieto, Blanco ve Rodriguez (1989) 6. 7. ve 8. sınıftaki 319 öğrencilerinin çözünme konusundaki fikirleri ile ilgili çalışmalarından elde edilen analizlerin sonucunda çözeltilerle ilgili belirlenen kavram yanlışlarından bazıları Çözünen erir, dağılır, kaybolur. Bir madde diğeri içinde çözüldüğünde yeni bir madde oluşur. Çözelti oluştuktan sonra çözücü ve çözünenin ayırt edilmesi olanaksızdır. Su ve şeker molekülleri birleşir olarak verilmiştir.

Karamustafaoğlu ve diğerleri (2002) sınıf öğretmeni adaylarının çözeltiler konusundaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarmışlardır. Bu yanlışlar “çözücü, bir maddeyi iyonlarına ayıran sıvıdır”, “Çözünen, herhangi bir katı veya gaz olabilir” ve “Çözelti, çözücü içerisine bir miktar çözünen madde atılarak elde edilen yeni bir maddedir” şeklinde verilmiştir.

Pınarbaşı ve Canpolat (2003) çözelti kavramı ile ilgili öğrenci anlamalarını test etmek amacıyla yaptıkları çalışmada tespit ettikleri kavram yanlışlarından bazıları “Bir çözelti çözünmemiş halde katı içeriyorsa aşırı doymuş çözeltilerdir”, “Karıştırılan gazların toplam basıncı çözücüde çözünen gazın miktarı ile orantılıdır” ve “Çözücü ve çözünen moleküller arasındaki çekim kuvvetinin sebebi çözeltilerin buhar basıncının düşmesidir” şeklinde bulunmuştur.

### *Çalışmanın Amacı*

Bu çalışma, öğrencilerin çözünme olayını makroskobik ve moleküler seviyede (tanecik boyutunda) nasıl tanımladıklarını ve ayrıca öğrencilerin çözeltiler konusunda ne gibi kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmamızın; çözeltiler konusunu öğretecek öğretmenlere ve bu konuda araştırma yapmayı düşünen kimya

eğitilmelerine ışık tutması açısından ve aynı zamanda çözeltiler konusunda öğrencinin zihninde kavram yanlışlığı oluşturmamak için dikkat edilmesi gereken noktaları ortaya koyması açısından önemlidir.

#### *Araştırma Soruları*

Çalışma kapsamında aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

1. Saf maddenin ve çözeltinin yoğunluğunun hesaplanması ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışlıkları nelerdir?
2. Saf maddelerin ve çözeltilerin tanecik boyutunda gösterimi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlıkları nelerdir?
3. Çözünme olayında hacim azalması ve toplam hacmin tahmin edilmesi ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışlıkları nelerdir?
4. Birbiri içerisinde çözünmeyen iki sıvının oluşturduğu sistemin toplam hacminin tahmin edilmesi ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışlıkları nelerdir?

#### **Yöntem**

##### *Çalışma Grubu*

Bu çalışmanın örneklemini; 2006–2007 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılında, Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliğinde, İlköğretim Matematik Öğretmenliğinde, Kimya Öğretmenliğinde, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliğinde ve Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde okumakta olan toplam 416 öğrenci oluşturmaktadır.

##### *Araştırma Modeli*

Bu çalışmanın araştırma modeli *Örnek Olay Tarama Modeli*'dir. Bu model evrendeki belli bir ünitenin (birey, aile, okul vb.) derinliğine ve genişliğine, kendisi ve çevresi ile ilişkilerini belirleyerek, o ünite hakkında bir yargıya varmayı amaçlayan tarama düzenlemeleridir (Karasar, 2005).

##### *Veri Toplama Araçları*

##### Anket

Bu çalışma kapsamında öğrencilere uygulanan anket, toplam 3 açık uçlu sorudan oluşmaktadır (Ek 1). Anketi oluşturan sorular, daha önceki yıllarda Genel Kimya dersi sınavlarında sorulan sorulara verilen öğrenci cevaplarının incelenmesi ile ve “Çözeltiler” konusunun derste işlenmesi sırasında öğrencilerde gözlenen kavram yanlışlıklarının göz önünde

bulundurulması ile hazırlanmıştır. Öğrencilere uygulanan anket sorularının hedef aldığı kavramlar ve soruların içeriği Tablo 1’de verilmektedir.

**Tablo 1** Anket Sorularının Hedef Aldığı Kavramlar ve Soruların İçeriği

Anket Soruları	Hedef Kavramlar	Soruların İçeriği
1. Soru	Yoğunluk	Saf maddenin yoğunluğunun hesaplanması (Soru 1a) Çözeltilerin yoğunluğunun hesaplanması (Soru 1b)
2. Soru	Tanecikli Yapı	Saf maddelerin ve çözeltilerin tanecik boyutunda gösterimi
3. Soru	Çözünme	Çözünme olayında sistemdeki hacim değişliğinin sorgulanması (Soru 3a) Birbiri içerisinde çözünmeyen iki sıvının oluşturduğu sistemin toplam hacminin tahmin edilmesi (Soru 3b)

### Görüşme Formu

Öğrencilere uygulanan anketin verileri doğrultusunda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları ile ilgili detaylı bilgiye almak amacıyla ikili görüşmeler yapılmıştır. Veri kaybı olmaması amacıyla öğrencilerin onayı alınarak yapılan görüşmeler kayda alınmıştır. Görüşmeler yapı bakımından yarı yapılandırılmıştır (Ekiz, 2003). İkili görüşmeler öncesinde kavram yanlışları bulunan öğrencilere sorulacak sorular belirlenmiş (Ek 2), görüşme esnasında öğrencilerin verdikleri yanıtlara göre de çeşitlendirilmiştir. Görüşme yapılacak öğrenciler büyük oranda kavram yanlışlarına sahip ve/veya çok farklı cevap veren öğrenciler arasından belirlenmiştir. Toplam 43 öğrenci ile görüşme yapılmış ve görüşmeler her öğrenci ile ortalama 10-15 dakika sürmüştür.

### Anketin Uygulanması

Hazırlanan anket, Genel Kimya dersi kapsamında “Çözeltiler” konusu işlendikten bir hafta sonra araştırmacılar tarafından bizzat üniversite öğrencilerine uygulanmıştır. Soruların cevaplanmasında zaman kısıtlaması yapılmamış ve ayrıca öğrencilerin her soruda açıklama yapması ankette belirtilmesinin yanı sıra sözlü olarak da belirtilmiştir.

### *Verilerin Analizi*

Öğrencilerin anketteki sorulara verdikleri cevapların analizinden önce soruların doğru cevapları belirlenmiştir. Ankete katılan öğrencilerin sayısının fazla olması nedeniyle her öğrenci numaralandırılarak kodlandırılmıştır. Örneğin “Ö15” kodu, 15. öğrenciyi temsil etmektedir. Verilerin analizinde içerik analizi dikkate alınmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2006). Öğrenci cevaplarını gruplandırmak ve kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla kategoriler



oluşturulmuştur. Bu kategoriler oluşturulurken literatürden de faydalanılmıştır (Azizoğlu, Alkan & Geban, 2006). Öğrencilerin yazılı cevaplarının gruplandırılmasında kullanılan kategoriler ve bu kategorilerin açıklamaları Tablo 2’de verilmektedir. Oluşturulan bu kategoriler her soru için biraz farklılık göstermesine rağmen hemen hemen geneli yansıtmaktadır. Sorunun doğası gereği farklı kategorilerin kullanıldığı durumlarda öğrenci cevaplarının özünü yansıtacak uygun kategoriler kullanılmıştır.

**Tablo 2** Öğrenci Cevapların Analizinde Kullanılan Kategoriler ve Açıklamaları

<b>Kategoriler</b>	<b>Kategorilere Ait Açıklamalar</b>
Doğru	Soruya verilen tam doğru cevaptır.
Kısmi kavram yanılığı	Cevap doğru açıklama yanlış veya cevap yanlış açıklama doğru.
Kavram yanılığı	Bilimsel olarak doğru olmayan ancak öğrenci tarafından doğru olduğu düşüncesiyle verilen cevaptır.
Cevapsız	Boş, hiç fikrim yok, yorum yapamayacağım şeklinde verilen cevaptır.
İlişkilendirememe	Soru ile ilişkili olmayan cevaptır.

Oluşturulan bu kategorilerin geçerliğinin ve güvenilirliğinin kontrol edilmesi amacıyla iki alan uzmanının bilgisine başvurulmuştur. İkili görüşmeler sonucunda elde edilen veriler ise, öğrencilerin yazılı cevaplarının analizi ile tespit edilmiş kavram yanılıklarının doğruluğunun kontrol edilmesinde ve onların örneklerle detaylandırılmasında kullanılmıştır.

### **Bulgular ve Yorumlar**

Anket sorularına verilen öğrenci cevapları analiz edilmiş ve bu analiz sonucunda elde edilen bulgular aşağıda verilen başlıklar altında sunulmuştur. Her başlık, her bir anket soru için elde edilen bulguların sunulması amacıyla kullanılmıştır. Başlıkların sırası ankette yer alan soruların sırası ile paralellik göstermektedir.

#### *Saf Maddenin ve Çözeltinin Yoğunluğunun Hesaplanması*

Anketin 1. sorunun ilk kısmında (a şıkında) öğrencilerden, kütlesi ve hacmi verilen saf suyun yoğunluğunun hesaplanması istenmiştir. İkinci kısımda (b şıkında) ise tuzun ve suyun kütleleri ve tuzlu-su çözeltisinin hacmi verilerek öğrencilerden tuzlu-su çözeltisinin yoğunluğunun hesaplanması istenmiştir.

#### Saf Suyun Yoğunluğunun Hesaplanması

Anketin 1. sorununun a şıkına verilen öğrenci cevaplarının analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 3’te verilmektedir.

**Tablo 3** Saf Suyun Yoğunluğunun Hesaplanması

Doğru	94
Kavram yanlışlığı	2
Birim çevirme hataları	3,5
İlişkilendirememe	0,5
<b>Toplam (%)</b>	<b>100</b>

Doğru kategorisine saf suyun yoğunluğunu “ $d = 49,5/50 = 0,99g/mL$ ” şeklinde hesaplayan öğrenciler alınmıştır. Birim çevirme hataları kategorisini, sonucu doğru hesapladığı halde birim çevirme hatası yapan öğrenciler oluşturmaktadır. İlişkilendirememe kategorisini ise hesaplamalarda yoğunluğu “ $d = 0,5/50 = 0,01g/cm^3$ ” şeklinde hesaplayan öğrenciler oluşturmaktadır (0,5 rakamı soruda yer almamaktadır. Soruda verilen rakam ise 49,5g dır).

Saf suyun yoğunluğunun hesaplanması konusunda öğrencilerin çok büyük bir bölümü (%94) başarı göstermiştir. Çok az oranda öğrenci (%6) ise doğru cevabı verme konusunda problem yaşamıştır.

Saf suyun yoğunluğunun hesaplanması ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışlıklarının temelinde yoğunluk kavramının doğru öğrenilmemesi yatmaktadır. Üniversite seviyesinde bile bazı öğrencilerin kimyanın temel kavramlarından biri olan yoğunluk kavramını doğru tanımlayamamaktadır. Öğrencilerden bir tanım istenmediği halde, yoğunluk kavramı “*birim hacimdeki madde miktarı*” şeklinde tanımlanmıştır. Yapılan bu tanımın bilimsel olarak doğru olduğu söylenemez. Ayrıca, bazı öğrenciler saf suyun yoğunluğunun her zaman aynı olacağını ve bunu da  $d = 1g/cm^3$  şeklinde belirtmişlerdir. Bazı öğrenciler ise saf suyun yoğunluğunu “ $d = 0,0495/0,005 = 9,90kg/L$ ” şeklinde hesaplayarak birim çevirme hatası yapmışlardır. 50mL = 0,005L şeklindeki bir eşitlik öğrenciler tarafından yapılan hatalı bir birim çevirme işlemine örnek teşkil etmektedir. Öğrencilerle yapılan ikili görüşmelerde de, öğrencilerin bu türden birim çevirme hatalarına sahip olduğu gözlenmiştir.

#### Tuzlu-Su Çözeltisinin Yoğunluğunun Hesaplanması

Anketin 1. sorununun b şıkkına verilen öğrenci cevaplarının analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4’te verilmektedir.

**Tablo 4** Tuzlu-Su Çözeltisinin Yoğunluğunun Hesaplanması

Doğru	83
Kavram yanılgısı	7
Birim çevirme hataları	4
İlişkilendirememe	2
Cevapsız	4
<b>Toplam (%)</b>	<b>100</b>

Doğru kategorisine tuzlu-su çözeltisinin yoğunluğunu “ $d = 59,5/51 = 1,16g/mL$ ” şeklinde hesaplayan öğrenciler alınmıştır. Birim çevirme hataları kategorisinde “ $d = 0,0595/0,0051 = 11,66$ ” şeklinde hesaplama yapan öğrenciler yer almaktadır. İlişkilendirememe kategorisini ise, soruda yüzde istenmediği için hesaplama sonucunu “%16,806 tuz” şeklinde ifade eden öğrenciler oluşturmaktadır.

Tuzlu-su çözeltisinin yoğunluğunun hesaplanması konusunda öğrencilerin büyük bir bölümü (%83) başarı göstermesine rağmen dikkate alınacak bir oranda öğrencinin (%17) ise doğru cevabı verme konusunda problem yaşadığı gözlenmiştir.

Tuzlu-su çözeltisinin yoğunluğunun hesaplanması konusunda öğrencilerde tespit edilen kavram yanılgıları aşağıda verilmektedir;

- Çözeltinin yoğunluğunun hesaplanmasında sadece çözünenin (tuzun) veya çözücünün (suyun) kütlelerinin kullanılması

Örnek: “ $d = m_{tuz}/V_{\text{çözelti}} = 10g/51ml$ ” veya “ $d = m_{su}/V_{\text{çözelti}} = 49.5g/51ml$ ”

- Çözünenin (tuzun) ve çözücünün (suyun) yoğunluklarının ayrı ayrı hesaplanması ile çözeltinin yoğunluğunun bulunması

Örnek: “ $d_{tuz} = 10/1 = 10g/ml$ ,  $d_{su} = 0,99gr/ml$ ,  $d_{\text{çözelti}} = 10+0,99 = 10,99gr/ml$ ”

- Çözeltinin yoğunluğunun hesaplanmasında yanlış formül kullanılması

Örnek: “ $2d_1d_2/d_1+d_2 = 2x0,99x0,1/1,99 = 0,099g/ml$ ”

- Çözücünün saf madde olmamasından dolayı çözeltinin yoğunluğunun hesaplanamaması

Örnek: “*Yoğunluğu bulamayız çünkü sıvımız saf değil*”

- Yoğunluğun çözeltiler için ayırt edici bir özellik olmamasından dolayı çözeltilerin yoğunluğunun hesaplanamaması

Örnek: “*Çözeltilerin yoğunluğu bulunamaz. Yoğunluk bir madde için ayırt edici bir özelliktir. Çözeltiler için bu geçerli değildir. Ama karışımların yoğunluğu bulunabilir.*

$d_k = m_1+m_2/V_1+V_2$ ”

Tuzlu-su çözeltilisinin yoğunluğunun hesaplanmasında sadece çözünenin (tuzun) kütlelerini kullanan Ö37 kodlu öğrencinin ikili görüşmede yaptığı açıklaması: “Yoğunluğu bulurken buradaki suyu dikkate almamışım çünkü çözelti katı bir maddenin sıvı bir madde de çözünmesi ile oluşturuyor diye düşündüm” şeklindedir. Yapılan bu açıklamadan anlaşılacağı gibi çözeltilinin yoğunluğu hesaplanırken çözücünün etkisiz bir eleman olarak düşünülmesinden dolayı bazı öğrenciler çözücüyü işleme dahil etmemektedir. Bu durum, bazı öğrencilerin çözelti kavramı ile yoğunluk kavramı arasında bilimsel olarak doğru bir ilişki kuramamasından kaynaklanmaktadır.

### *Saf Maddelerin ve Çözeltilerin Tanecik Boyutunda Gösterimi*

İkinci sorunun ilk kısmında; öğrencilerin saf maddeleri (Tablo 5a) tanecik boyutunda nasıl düşündüklerini anlamak için onlara çizimler yaptırılmış ve yaptıkları çizimleri nedenleri ile birlikte açıklamaları istenmiştir. Bu etkinlikte, öğrencilerde tanecik kavramı ile ilgili var olan kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

Öğrencilerden istenen çizimlerden ilk üçü saf maddeler için (alkol, su, şeker), diğer ikisi ise bu saf maddelerden oluşacak çözeltiler (Alkol-su ve şeker-su) içindir. Öncelikle öğrencilerin tanecik boyutunda saf maddeleri gösterirken bu maddeleri birbirleri ile olan ilişkisine dikkat edip etmediklerinin saptanması ve bu konuyla ilgili kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir

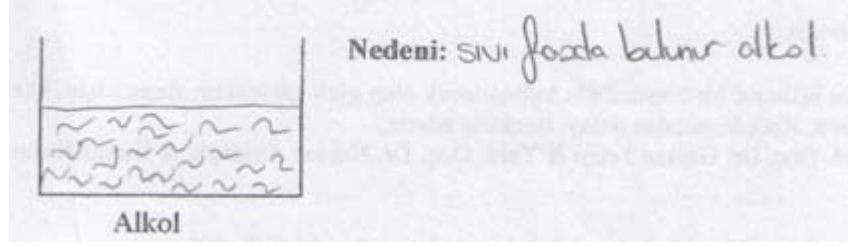
**Tablo 5a** Saf maddelerin tanecik boyutunda gösterimi

<b>Sembolik gösterim</b>	Aynı sembol	Farklı sembol
	%34	%47
<b>Tanecikler arası uzaklık</b>	Dikkat etme %22	Dikkat etmeme %56
<b>Sürekli yapı</b>	%20,7	
<b>Molekül şekli</b>	Geometri %5,3	Formül %1
<b>Makro boyut</b>	Yığın %15	İki boyut %8,2

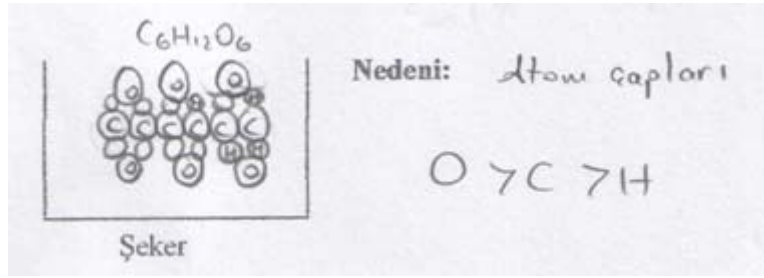
Öğrenci çizim ve açıklamaları analiz edilirken taneciklerin gösterimi için kullanılan sembollerin farklı olmasına ve öğrencilerin katı ve sıvı maddelerin çizimlerinde tanecikler arası uzaklıklara dikkat edip etmedikleri incelenmiştir. Ayrıca tanecikleri sembollerle

göstermeyen öğrencilerin çizimleri, sürekli yapı, molekül şekli veya makro boyut kategorilerine ayrılmıştır. Aynı zamanda bir öğrenci birden fazla kategori içerisinde yaratabilmektedir.

Şekil 1 alkolü sürekli bir yapı biçiminde (%20,7), Şekil 2 de ise molekül geometrisi biçiminde başka bir öğrenci şekeri molekül geometrisini (%5,3) çizerek göstermektedir.

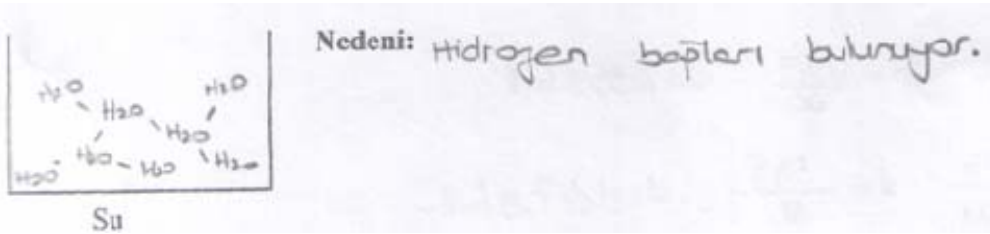


Şekil 1. Alkolü sürekli yapı biçiminde gösteren öğrenci çizimi



Şekil 2. Şeker taneciklerini molekül geometrisi şeklinde gösterme

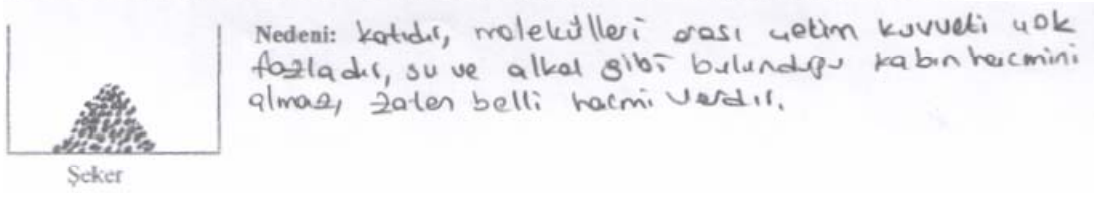
Az da olsa belirlenen güçlüklerden biride verilen saf maddeleri tanecik boyutunda gösterirken öğrencilerin formüllerini kullanmalarındır (%1). Su taneciklerini molekül formülü biçiminde gösteren öğrencilerin çizimi Şekil 3'te verilmektedir.



Şekil 3. Su taneciklerini molekül formülleri biçimine gösteren öğrenci çizimi

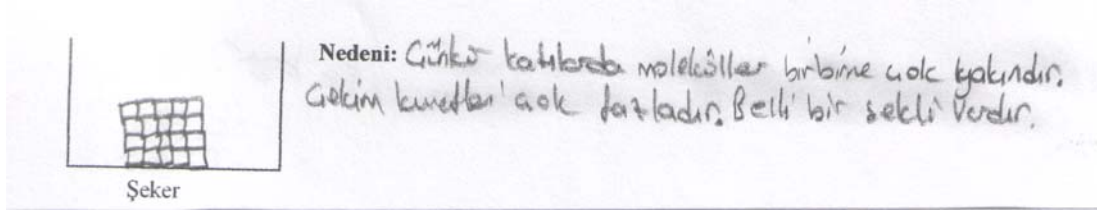
Öğrencilerde görülen diğer bir güçlük ise saf maddeleri tanecik boyutunda değil de makro boyutta göstermeleridir. Şeker taneciklerini yığın biçiminde gösteren öğrenci çizimi (%15) Şekil 4'te verilmektedir. Bu konuda diğer bir öğrenci açıklaması “şeker katı

olduğundan tanecikler birbirine oldukça yakın olacaktır. Kabin tabanına dağılmazlar.” şeklinindedir.



Şekil 4. Şeker taneciklerini yığın biçiminde gösteren öğrenci çizimi

Ayrıca, bazı öğrencilerin şeker taneciklerini iki boyutta gösterdikleri (%8,2) görülmektedir (Şekil 5). Bu durum, öğrencilerin saf maddeleri makro boyutta düşünmede güçlük yaşadıklarını, molekülleri katı veya sıvı olarak düşündüklerini göstermektedir. Bu durumla ilgili olarak bazı öğrenciler “şekeri ufak katı moleküller olduğu için böyle çizdim” şeklinde açıklama yapmışlardır.



Şekil 5. Şeker taneciklerini iki boyutta gösteren öğrenci çizimi

Tanecikler arasındaki boşluklar konusunda öğrenciler tarafından, şekerin katı olmasından dolayı aralarında boşluk olmadığı veya şeker tanecikleri arasındaki boşlukların hava olduğu belirtilmektedir.

“Şeker molekülleri bir araya gelerek tanecikleri oluşturur” ve “su moleküler halde bulunduğundan tanecikler halinde bulunamaz” şeklinde cevap veren öğrencilerin tanecik kavramını iyi öğrenmediğini ortaya koymaktadır.

Çizimlerde öğrencilerin suyu  $H_2O \rightarrow 2H^+ + O^-$  şeklinde iyonlarına ayırması hem suyu iyonik bileşik gibi düşündüklerini hem de su taneciklerini iyon halinde düşündüklerini göstermektedir. Bazı öğrencilerin alkol için “organik bir maddedir bu yüzden tanecikleri atomdur” şeklinde açıklama yapması alkol taneciklerini de atom olarak düşündüğünü göstermektedir.

Tanecikleri gösterirken nokta şeklini kullanan öğrenciler, “alkol ve su sıvıdır, sıvılar bu şekilde gösterilir.”; şeffaf gösterim yapan öğrenciler ise “alkol ve su homojen görünümlü

*olduğundan taneciklerini göremeyiz*". Su için çizgi şeklini kullanan öğrenciler ise *"kitaplarda böyle gösteriyor."* şeklinde açıklama yapmışlardır. Bunların dışında tanecikleri zincir veya harflerle gösteren öğrencilerde mevcuttur. Tanecikleri gösterirken öğrencilerin büyük bir çoğunluğu yuvarlak şeklini kullanmayı tercih etmişlerdir. Yapılan ikili görüşmelerde bunun bir sebebi olup olmadığı sorulduğunda öğrencilerin çoğunluğu belli bir nedeni olmadığını veya gerek kitaplarda gerekse derslerde genellikle böyle bir gösterim kullanıldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin atom, molekül, iyon, bileşik ve element gibi kavramları karıştırdıkları ve birbirleri yerine sıklıkla kullandıkları gözlenmektedir. Bu konuda "tanecik denildiğinde ne anlıyorsunuz" sorusuna Ö22 kodlu öğrenci *"atomun yani elementin tek halde bulunması akla geliyor"* şeklinde cevap vermiştir.

Öğrencilerin %34'ü alkol, su ve şekeri aynı büyüklükte, bazı öğrenciler ise bu tanecikleri birbirlerine oranla farklı büyüklüklerde göstermişlerdir (%47). Bu öğrencilerle yapılan görüşmelerde taneciklerin büyüklüklerine dikkat etmediklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin %5'i alkolü en büyük tanecikli şekeri ise en küçük tanecikli olarak göstermişlerdir. Bu durumu Ö28 kodlu öğrenci *"şekerin yapısını bilmediğim için sadece su ve alkolü karşılaştırdım, alkolü C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH olarak aldım ve bir mol atomda bunlar varsa H<sub>2</sub>O'dan daha büyüktür dedim"* şeklinde açıklamıştır. Bunun yanı sıra tanecik büyüklüğünü direk molekül kütleleri ile ilişki kuran öğrenciler *"suyun molekül ağırlığı alkole göre daha küçük olduğu için alkolden daha küçüktür."* şeklinde açıklama yapmıştır. Ö23 kodlu öğrenci ile yapılan görüşmede yaptığı açıklamasının nedenleri sorulduğunda *"Onunla ilgili bir örneğimiz vardı sanırım, su, hidrojen ve oksijenden oluşuyor orada oksijeni daha büyük, hidrojeni daha küçük çiziyorduk. Molekül ağırlığına göre oksijen 16 olduğu için o daha büyük gösteriliyordu ondan yola çıkarak böyle düşündü."* şeklinde açıklamada bulunmuştur.

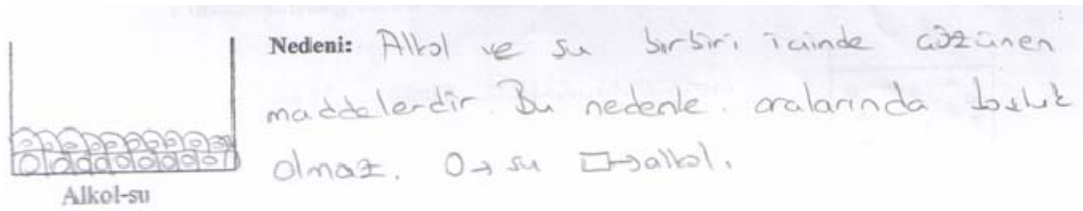
İlişkilendirememe kategorisinde yer alan öğrenciler çizim yapmamış olup, *"su moleküllerinin konsantrasyonu diğer çözeltilere göre düşüktür"* gibi ifadeler kullanmışlardır.

İkinci sorunun ikinci kısmında; öğrencilerin çözeltileri (Tablo 5b) tanecik boyutunda nasıl düşündüklerini anlamak için onlara çizimler yaptırılmış ve yaptıkları çizimleri nedenleri ile birlikte açıklamaları istenmiştir. Bunların aynı sorunun ilk kısmında yer alan saf maddelerin tanecik gösterimlerini destekler nitelikte olup olmadıkları, ayrıca bu sistemlerle oluşan çözeltilerin özelliklerini dikkate alıp almadıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

**Tablo 5b** Çözeltilerin tanecik boyutunda gösterimi

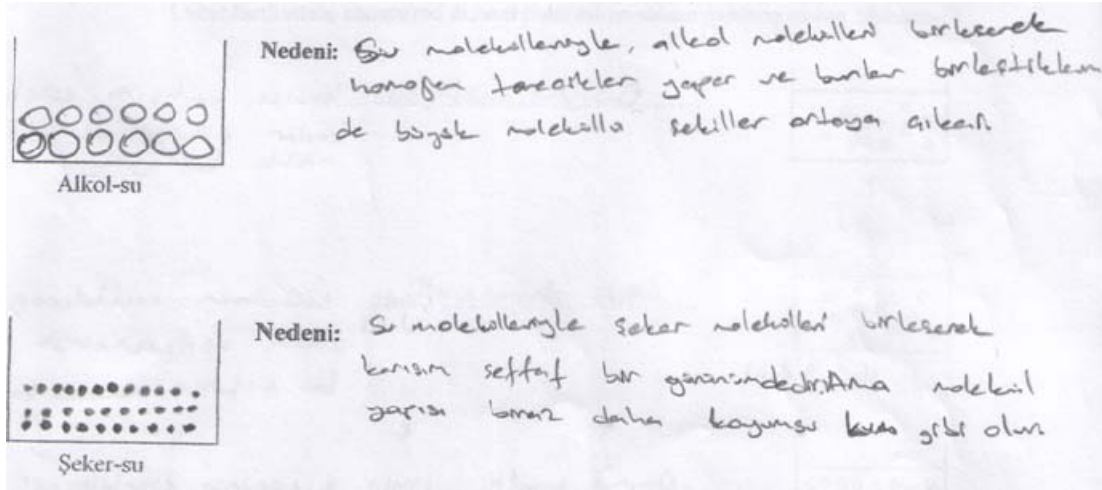
Sembolik gösterim	Aynı sembol %23	Farklı sembol %52	Sadece birini gösterme %12,6
Sürekli yapı	%17,5		
Molekül şekli	Geometri %3	Formül %0,5	
Heterojen	%7		

Tablo 5b de oluşturulan kriterler Tablo 5a dan biraz farklılık göstermektedir. Çünkü bazı öğrenciler karışımları çizerken karıştırılan maddelerden herhangi birini görünmez şekilde açıklamalar yapmışlardır. Bu nedenle bulgulardaki sembolik gösterime (Tablo 5b) *biri görünmez* alt kategorisi eklenmiştir. Ayrıca bazı öğrenciler karışımları heterojen olarak gösterdiklerinden dolayı da "heterojen gösterim" kategorisi ilave edilmiştir. Ayrıca bu kısımda öğrencilerin saf maddelerin gösterimlerinden farklı olarak çözeltilerin taneciklerini iç içe (Şekil 6) veya ikisi bir tanecik şeklinde gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 7).

**Şekil 6.** Alkol-Su karışımındaki tanecikleri heterojen (içi içe) biçiminde gösteren öğrenci çizimi

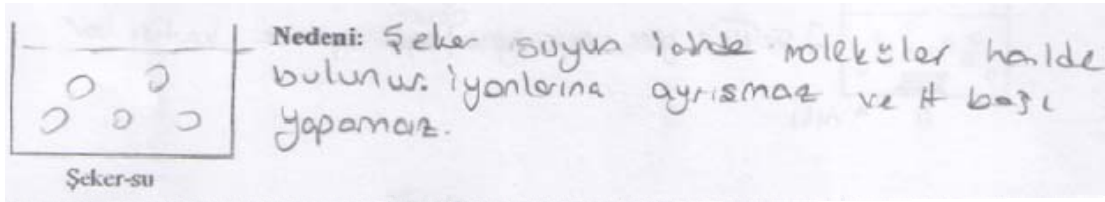
Heterojen (içi içe) gösterim yapan öğrencilerle (Ö23) yapılan ikili görüşmede öğrenci "ikisi birbiri içinde çözüldüğü için birbiri içerisindedir, zaten orada homojen bir karışım oluşturuyorlar" şeklinde bir açıklama yapmıştır.



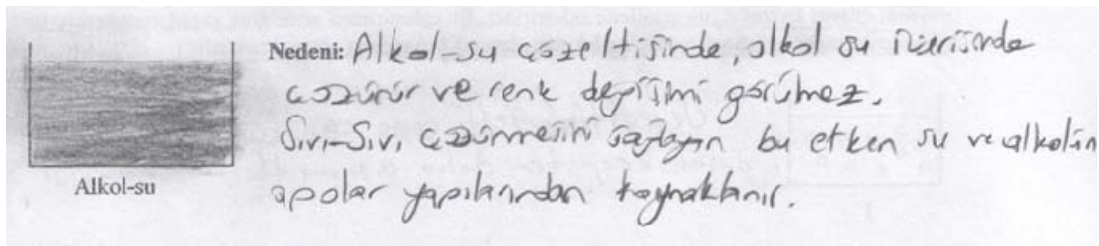


Şekil 7. Çözeltilerdeki taneçiklerin ikisini sembolik (biri görünmez) biçimde gösteren öğrenci çizimi

Bazı öğrenciler (%12,6), Şekil 7 de gösterildiği gibi karışımlardaki taneçikleri birleştirerek heterojen (içi içe) olarak ve bazılarıysa sadece maddelerden birini sembolik olarak (biri görünmez) göstermektedir (Şekil 8).

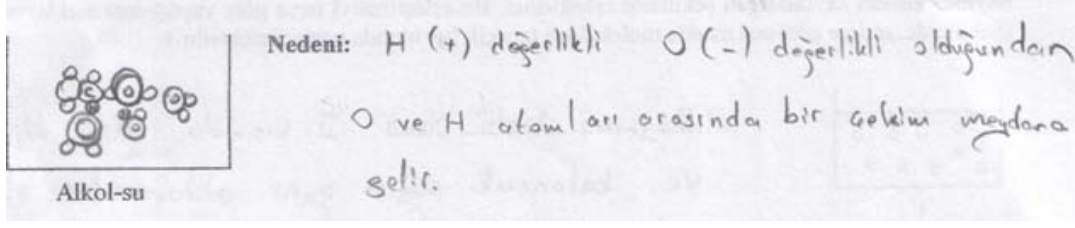


Şekil 8. Şeker-Su karışımında suyu görünmez biçimde gösteren öğrenci çizimi

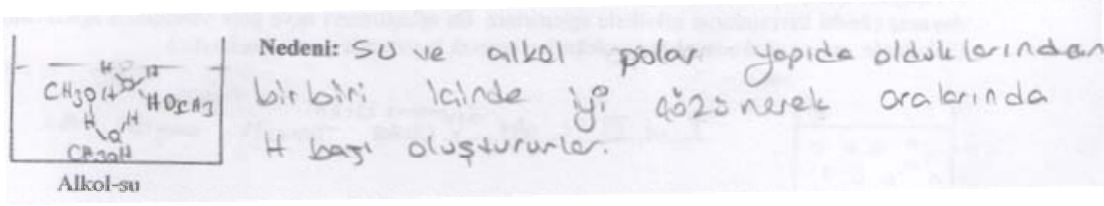


Şekil 9. Alkol-Su karışımını sürekli yapı biçimde gösteren öğrenci çizimi

Öğrencilerin, sürekli yapıda (%10) gösterdikleri örnekler de vardır (Şekil9). Ayrıca saf maddelerin gösterimine benzer olarak, karışımları taneçik boyutunda göstermede molekül geometrilerini (%3) (Şekil10) ve molekül formüllerini (%0,5) (Şekil11) kullandıkları da görülmektedir.



**Şekil 10.** Alkol-Su karışımındaki tanecikleri molekül geometrileri biçimde gösteren öğrenci çizimi

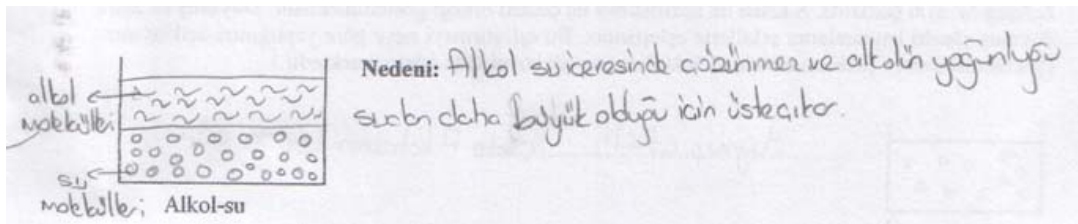


**Şekil 11.** Alkol-Su karışımındaki tanecikleri molekül formülleri biçimde gösteren öğrenci çizimi

Çözelti oluşma sırasında alkol, su ve şekerin iyonlaştığını düşünen öğrenciler “*alkol suyun içinde iyonlarına ayrılarak çözünür*” şeklinde açıklama yazmıştır.

Öğrencilerin genel olarak çözünme konusunda çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları, “*çözünme olayında şeker molekülleri çözünmez su sadece şeker molekülleri arasındaki boşluğa girer*”, “*şeker suda erir yani çözünür*”, “*moleküller arası çözünme olmaz sadece su moleküller arasındaki boşluğa dağılır*” şeklinde yaptıkları açıklamalardan da anlaşılmaktadır.

Çözeltileri heterojen olarak gösteren (Şekil12) öğrencilerden biri bunun sebebini “*alkol suya göre daha uçucu olduğu için yani kaynama noktası daha düşük olduğundan alkol tanecikleri yüzeye daha yakındır.*” şeklinde açıklarken başka bir öğrenci “*Alkol ve su birbiri içinde çözünmez. Emülsiyon bir karışım oluştururlar. Alkolün özkütlesi suyun özkütlesinden daha küçük olduğu için alkol suyun üstünde kalır.*” şeklinde açıklamıştır.



**Şekil 12.** Alkol-Su karışımını heterojen biçimde gösteren öğrenci çizimi

Bu soru ile ilgili görüşme yapılan öğrencilere “bir çözünme olayı nasıl gerçekleşir?” şeklindeki soru sorulduğunda öğrencilerin genel olarak tuz ve suyun çözünmesi olayını örnek verdikleri fakat yine de açıklamakta zorlandıkları veya açıklayamadıkları da görülmüştür. Açıklama yapan öğrencilerin bazı kavram yanılgılarına sahip olmalarının yanı sıra çözünme olayının neden gerçekleştiği konusunu tam olarak açıklayamadıkları görülmüştür.

*Çözünme olayında hacim değişikliği ve toplam hacmin tahmin edilmesi*

#### Hacim azalması

Üçüncü sorunun ilk kısmında, öğrencilerin çözünme olayı ile hacim azalması arasındaki ilişkiyi nasıl kurduklarını test etmektedir. Bu ilişkiyi ortaya koyan sonuçlar tablo 6a’da verilmektedir.

**Tablo 6a** Çözünme olayı-hacim azalması ilişkisi

Doğru	63
Kavram yanılgısı	16
İlişkilendirememe	19
Cevapsız	2
<b>Toplam (%)</b>	<b>100</b>

Çalışmaya katılan öğrencilerin çoğu (%63) yöneltilen bu soruya doğru cevap vermişlerdir. Buna karşılık öğrencilerin %16’sı ise çözünme olayı ile hacim azalması arasındaki ilişkiyi kurmada kavram yanılgılarına sahiptir.

Çözeltideki hacim azalması ile ilgili öğrencilerde gözlenen en çok kavram aşağıda verilmektedir:

- Gaz çıkışı (%6): Etil alkol ve su tepkimeye girerek gaz çıkışı meydana gelmesi.  
Örnek: “*Etil alkol ve su reaksiyona girer ve gaz çıkışı (CO<sub>2</sub>) olur. Bu yüzden hacim azalması olur*”.
- Moleküler arası boşluk (%3):  
Örnek: “*Moleküller arasında hava boşlukları bulunur*”.
- Yoğunluk farkı (%3): Alkol ve suyun yoğunluklarının farklı olması.  
Örnek: “*Maddelerin yoğunluk farkından dolayı hacim azalır*”.
- İyonlaşma (%1,4): Etil alkolün veya suyun iyonlaşması.  
Örnek: “*Su molekülleri iyonlarına ayırır ve Hidrojen (H) alkolün eksi kısmına, Oksijen (O) ’de alkolün artı kısmına tutunarak etkileşim içerisine girecek ve aralarında çekim kuvveti oluşacaktır.*”

- Bağ kırılması yada kopması (%1,2): Çözelti oluşumu sırasında bağların kısılması veya kopması.

Örnek: “*Su molekülleri, etil alkol molekülleri arasına girerek bağları parçalar ve çözünme gerçekleşir.*”

- Çözünmenin tam olarak gerçekleşmemesi (%0,7): Kullanılan 100mL alkolün sadece 10mL’sinin suda çözünmesi.

Örnek: “*10ml alkolün su içinde çözünmesinden dolayı 10ml’lik bir fark olacaktır.*”

- Tanecik büyüklüklerinin farklı olması (%0,7): Etil alkol taneciklerinin su taneciklerinden daha küçük olması.

Örnek: “*Etanol suya göre daha küçük tanecik yapısındadır, karıştırıldığında sıkışma meydana gelir.*”

Yukarıda verilen kavram yanlışlarından etil alkol ve suyun tepkimeye girerek gaz çıkışı meydana getirmesi ile ilgili öğrencilerle yapılan görüşmede Ö36 kodlu öğrenci “*bu azalmanın büyük bir ihtimalle bir etkileşim sonucunda olduğunu düşündüm bu etkileşiminde bir reaksiyon olabileceğini düşündüm bir reaksiyon olmuş ki bunun sonucunda bir gaz çıkışı olmuş diye yorumladım.*” şeklinde açıklama yapmıştır. Çıkan gazın ne olduğu sorusuna benzer açıklama getiren diğer öğrencilerde “*hidrojen gazı olabilir*” demişler bunun nedeni olarak da suyun yapısındaki hidrojeni söylemişlerdir.

#### Toplam hacminin tahmin edilmesi

Üçüncü sorunun ikinci kısmında; karbontetraklorürün ( $CCl_4$ ) ve suyun karıştırılması sonucunda oluşan sistemin toplam hacminin tahmin edilmesine ait öğrenci cevaplarının analizinden elde edilen bulgular Tablo 6b’de verilmektedir.

**Tablo 6b** Toplam hacmin tahmin edilmesi

Doğru	45
Kısmi kavram yanlışlığı	7
Kavram yanlışlığı	33
İlişkilendirememe	3
Cevapsız	12
<b>Toplam (%)</b>	<b>100</b>

Doğru kategorisine “ *$CCl_4$  apolar, su polar bir çözücüdür. Bu yüzden çözünme beklenmez toplam hacim 200mL olur*” şeklinde öğrenci cevapları alınmıştır (%45). Kavram yanlışlığı kategorisinde “ *$CCl_4$  apolar, su polar olduğundan suda çözünmez, toplam hacim*

200mL 'den az olur" şeklinde cevap veren öğrenciler yer almaktadır (%33). İlişkilendirememe kategorisine ise de, "  $CCl_4$  bir tuz olabilir" şeklindeki öğrenci cevaplar alınmıştır (%3).

Öğrencilerde tespit edilen kavram yanlışları 3 grupta toplanmıştır.

1. Hacim ikisinin toplamı kadardır (%2):

- Yoğunlukları farklı olduğu için karışmazlar, toplam hacim 200mL olur.
- Her ikisi de polar olduğundan  $CCl_4$  suda iyi çözünür, toplam hacim 200mL olur.

2. Hacim artar (%1,4):

- $CCl_4$ 'ün yoğunluğu suyun yoğunluğundan büyük olduğundan toplam hacim 200mL'den fazla olur.

3. Hacim azalır (%29,6):

- $CCl_4$ 'ün yoğunluğu suyun yoğunluğundan küçük olduğundan toplam hacim 200mL'den az olur.
- Boşluklu yapıdan dolayı hacim azalır.
- $CCl_4$  suda çözüldüğünden toplam hacim 200mL'den az olur.
- Her ikisi de apolar olduğundan birbiri içinde çözünür, toplam hacim 200mL'den az olur.
- $CCl_4$ -su arasındaki boşluklarda bağ oluşur ve hacim azalması gözlenir.
- $CCl_4$  gaz halinde bir maddedir bu yüzden suyla reaksiyona girmez ve reaksiyona girse bile havaya uçar ve toplam hacim 100mL olur.
- $CCl_4 + 2H_2O \rightarrow 4HCl + CO_2$  olduğundan birbiri içinde çözünecektir ve toplam hacim azalır.
- $CO_2$  gazı çıkışı olduğundan toplam hacim 200mL'den daha az olur.

Öğrencilerdeki kavram yanlışlarının çoğu hacimde bir azalma olduğu şeklindedir. Örneğin Ö10 kodlu öğrenci "*HCl daha düzgün bir yapı  $CCl_4$  den diye düşündüm ve hacimde bir azalma olduğuna göre bir gaz oluşumu olur gaz açığa çıkması gerekiyordu bu gaz da  $CO_2$  olur diye düşündüm çünkü girenlere baktığımızda C ve O var.*" şeklinde bir açıklamada bulunmuştur.

Kısmi kavram yanlışısına sahip öğrenciler (%7) ise  $CCl_4$  ve suyun homojen bir şekilde karışmayacağını yani birbiri içerisinde çözünmeyeceğini ifade etmelerine karşılık karışımın toplam hacminin azalacağını belirtmişlerdir.

Ayrıca  $CCl_4$  ile suyun karıştığını belirten öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda verdikleri cevaplardan  $CCl_4$ 'ün yapısını bilmedikleri, kovalent bağın tanımını doğru ifade etmelerine rağmen polar bağ ile apolar bağ kavramlarını karıştırdıkları ortaya çıkmıştır. Bununla ilgili olarak Ö20 kodlu öğrenci “*Polar kovalent bağ olması gerekiyor bir kere, polar kovalent bağ olarak kovalent bağ olması içinde biri metal yoo ikisi de ametal bunların ikisi de ametal kovalent bağ olur biri metal olsaydı iyonik bağ olacaktı zaten polar olması da aynı madde değil de farklı maddeler biri C biri Cl olduğu için polar bu yüzden polar kovalent bağ dedim*” şeklinde cevap vermiştir.

## Sonuç ve Tartışma

Öğrencilerin, verilen bir saf maddenin ve çözeltinin yoğunluğunu matematiksel olarak hesaplama konusunda pek zorlanmadıkları fakat yoğunluk kavramı ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. Literatüre bakıldığında, gerek saf maddelerin gerekse çözeltilerin yoğunluğunu bulma konusunda çok fazla çalışma yapılmadığı, var olan araştırmaların ise çözünme olgusu ile bağdaştırılarak yapıldığı görülmektedir.

Çözeltinin yoğunluğunu bulmada sahip oldukları kavram yanlışlarının sebebi, öğrencilerin öğrendikleri bilgilerle yeni öğrenilen bilgilerin anlamlı bir şekilde ilişkilendirilememesi ve öğretici faktörü olabilir. Literatürde de kavram yanlışlarının sebepleri ders kitaplarının, öğretim yöntemlerinin, okulların fiziksel imkânlarının, öğrencilerin önceki eğitimlerinin ve öğretmenlerin etkilerinin olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Açıkkar, 2002). Ayrıca kavram yanlışlarının diğer bir sebebi günlük yaşamdan kaynaklı olduğunu ve öğretilen kavramların günlük hayatla yeterince ilişkilendirilmediğini vurgulayan çalışmalar da bulunmaktadır (Driver, 1989; Demircioğlu, Ayas & Demircioğlu, 2002).

“Saf maddelerin tanecik boyutunda gösterimi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları nelerdir?” sorusunun analizinden (Tablo 5a) öğrencilerin tanecik kavramı ile ilgili var olan bilgilerini ve zihinlerinde tanecik kavramı ile ilgili oluşan şemalarını ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin gerek taneciklerin gösterimi gerekse tanecikler arası uzaklığı mikro boyutta düşünemedikleri ve dikkat etmedikleri sonucuna varılmıştır. Bunun sebebi olarak da kitaplardaki gösterimin sadece bir şekil kullanılarak yapılmış olmasından kaynaklandığı öğrencilerle yapılan ikili görüşmelerde ortaya çıkmıştır. Literatüre bakıldığında (Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken & Geban, 2004; Kind, 2004) tanecikleri sürekli yapıda gösterme,

tanecikler arası uzaklıkları dikkate almama ve taneciklerin görünmemesi konularında benzer kavram yanlışlarının olduğu görülmektedir.

“Çözeltilerin tanecik boyutunda gösterimi ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları nelerdir?” sorusunun analizinden (Tablo 5b) öğrencilerin gerek alkol-su gerekse şeker-su karışımını oluşturan farklı maddeleri aynı sembollerle göstermelerinin sebebi karışımların homojen olmasıyla ilişkilendirmelerinden kaynakladığı sonucuna varılmıştır. Yani öğrencilerin düşünme tarzının makroskobik boyutta kaldığı görülmektedir. Öğrencilerin yine bu karışımları heterojen olarak düşünmelerinin sebebi, maddelerin özkütlelerinin ve kaynama noktalarının farklı olması ile karışım karışmamalarını ilişkilendirmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında (Canpolat ve diğerleri, 2004; Kind, 2004; Prieto, 1989; Kabapınar, 2001, Ebenezer, 2001; Papageorgiou & Johnson, 2005) benzerlik göstermektedir. Buna karşılık öğrencilerin çözünme sırasında tanecikleri iç içe göstermeleri, tanecikleri molekül geometrisi veya formülü ile göstermeleri daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak elde edilen sonuçlardandır.

“Çözünme olayında hacim azalması ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışları nelerdir?” sorusunun analizinden (Tablo 6a) çıkan sonuçlara göre; öğrenciler alkol-su çözeltisindeki hacim azalmasının nedenini en çok etil alkol ve suyun tepkimeye girmesi sonucu gaz çıkışına bağlanmaktadır. Bunun yanında moleküller arasında hava olduğunu ve karışımdan sonra havanın yok olduğunu, alkol ve suyun yoğunluklarının farklı olmasının hacim azalmasını etkileyeceğini ifade eden öğrencilerde çoğunluktadır. Bu cevaplar literatürle de uyum içerisindedir (Sökmen, & Bayram, 2000; Valanides, 2000). Bu yanlışın sebebi öğrencilerin alkol-su karışımını kimyasal olarak düşündüklerinden, çözünme ile bağ kavramını birleştiremediklerinden kaynaklanmıştır. Bu sorudaki ilişkilendirememe kategorisinin oranının %19 olmasının nedeni ise, öğrencilerin soruyu dikkatli okumamalarından kaynaklı olarak hacim azalmasını karışımın buharlaşmasına bağlamalarındandır.

“Çözünme olayında toplam hacmin tahmin edilmesi ile ilgili öğrencilerde var olan kavram yanlışları nelerdir?” sorusunun analizinden (Tablo 6b) çıkan sonuçlara göre; yapılan görüşmelerde öğrencilerin bağ kavramıyla maddenin yapısını birleştiremediklerinden kaynaklanan kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Literatürde de öğrencilerin moleküller içi ile moleküller arası bağları birbirine karıştırdıklarını gösteren çalışmalar mevcuttur (Kabapınar & Adik, 2005).

Sonuç olarak çözeltiler konusu ile ilgili örnekleme bütünü öğrencilerin ayrıntılı bir öğretimden geçmesine rağmen hala bazı kavramlarla ilgili olarak yanlışlıklara sahip oldukları görülmektedir. Özellikle kimya ve kimya eğitimi bölümlerindeki öğrencilerin kimya kavramları ile ilgili kavram yanlışlıklarına sahip olmaları dikkat çekicidir. Öğretmen adaylarının gelecekte bu kavramları öğretiyor olacaklarını düşündüğümüzde, bu kavram yanlışlıklarının zamanında tespiti ve varsa giderilmesinin ne kadar önemli bir konu olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma ile ortaya çıkan kavram yanlışlıkları çözeltiler konusunun öğretiminde dikkate alındığı takdirde öğrenme kalitesini artıracak düşünülmemektedir. Bu çalışma kavram yanlışlıklarının giderilmesinde yapılandırmacı yaklaşımın yanı sıra (Kabapınar, 2006; Scott, Asoko, Driver & Emberton, 1994) yeni öğretim yöntemlerinden faydalanmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır (Ünal, Bayram & Sökmen, 2002; Kabapınar, 1999).

## Öneriler

Elde edilen bulgular doğrultusunda, çözeltiler konusunu öğretecek öğretmenlerin dikkat etmesi gereken bazı noktalar bulunmaktadır. Öğreticiler;

- Formül ezberletmekten ziyade formülün ne anlama geldiğini ve nasıl uygulanacağını göstermektedir.
- Konunun anlatımını makro ve moleküler boyuttaki bilgileri birbiriyle ilişkilendirmelidir (Pekdağ & Le Maréchal, 2010),
- Bilginin dönüştürülmesi (sözden-grafiğe ya da grafikten-söze dökülmesi) konusunda grafiksel materyalleri kullanmalıdırlar,
- Öğretim süreci içerisinde öğrencinin zihninde kavram yanlışlığı oluşturmamak için konuya uygun seçilecek yöntem ve teknikleri iyi belirlemelidirler.
- Öğretilecek konunun içeriğini dikkate alarak kavram haritaları, zihin haritaları, kavram ağları, anlam çözümleme tabloları, kavramsal değişim metinlerini kullanmalıdırlar.



**Kaynakça**

- Açıkgöz, K. Ü. (2003). Etkili öğrenme ve öğretme. 5. Basım, Eğitim Dünyası Yayınları, İzmir, 8–10.
- Açıkkar, E., (2002). “Lise 2. sınıf öğrencilerinin çözünürlük konusunu anlama düzeyleri ve kavram yanılgıları”, 06.10.2007 tarihinde [www.fbe.ktu.edu.tr/tezler/ortaoğretim/yukseklisans/99-/t1246.htm](http://www.fbe.ktu.edu.tr/tezler/ortaoğretim/yukseklisans/99-/t1246.htm) adresinden alınmıştır.
- Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A., Özmen, H., Yiğit, N. ve Ayvacı, H. (2005). Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi. 4. Basım, Pegem A Yayıncılık, Ankara, s. 67-73.
- Azizoğlu, N, Alkan, M. & Geban, Ö. (2006). Undergraduate pre-service teachers' understandings and misconceptions of phase equilibrium, *Journal of Chemical Education*. 83(6), 947.
- Bacanlı, H. (1997). Gelişim ve öğrenme. 3. Basım, Nobel Yayınları, Ankara, s. 139-153.
- Bliss, J. & Ogborn, J. (1994). “Force and motion from the beginning”, *Learning and Instruction*, 4, 7.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö. (2004). “Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramlar”. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 24, Sayı 1, 135.
- Caravita, S. & Halden, O. (1994). “Re-framing the problem of conceptual change”. *Learning and Instruction*. 4, 89.
- Chi, M., Slotta, J. & Leeuw, N. (1994). “From Things to Processes: A Theory of Conceptual Change For Learning Science Concepts”, *Learning and Instruction*, 4, 7.
- CUSE. (1997). Misconceptions as barriers to understanding science, science teaching reconsidered: A handbook, National Academy Press, Washington, D. C. <http://books.nap.edu/html/str>
- Demircioğlu, H., Ayas, A. ve Demircioğlu G. (2002). “Sınıf öğretmeni adaylarının kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanılgılar, ODTU Eğitim Fakültesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, s 712.
- Driver, R. (1989). “Students' conceptions and the learning of science”, *Int.J.Sci.Educ.*, Vol 11, 481.
- Driver, R. & Erickson, G. (1983). “Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science”, *Stud.Sci.Educ.*, 10, 37.
- Disessa, A. & Sherin, B. (1998). “What changes in conceptual change”, *Int. J. Sci.Educ.*, 20(10), 1155.

- 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.
- Ekiz, D. (2003). Eğitimde araştırma yöntem ve metotlarına giriş, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Erdem, E., Yılmaz, A. & Morgil, İ. (2001). "Kimya dersinde bazı kavramlar öğrenciler tarafından ne kadar anlaşılıyor?", Hacettepe Üniversitesi Eğt. Fak. Dergisi, 20, 65.
- Hewson, M.G. & Hewson, P.W. (1983). "Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning", *J.Res. Sci.Teach.*, 20(8), 731.
- Hewson M. G. & Hewson P. W. (1984). "The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction", *Instructional Science*, 13, 1.
- Karamustafaoğlu, S., Ayas, A. ve Çoştu, B. "Sınıf öğretmeni adaylarının çözeltiler konusunda kavram yanılgıları ve bu yanılgılarının kavram haritası tekniği ile giderilmesi", V. Ulusal Fen bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi, ODTÜ, Ankara, 16-18 Eylül (2002).
- Köseoğlu, F. & Kavak, N. (2001). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşım, Gazi Üni. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(1), 139-148.
- Nakhleh, M. (1992). "Why some students don't learn chemistry. chemical misconceptions", *J.Chem.Educ.*, 69, 191.
- Nakiboğlu, C. (2006). Edt: Bahar, M., Fen ve teknoloji öğretiminde yanlış kavramlar, Fen ve Teknoloji Öğretimi, Ankara, s. 202.
- Skelly, K. M. (1993). "The development and validation of a categorization of sources of misconceptions in chemistry", Third misconceptions seminar proceedings.
- Spada, H. (1994). "Conceptual change or multiple representations", *Learning and Instruction*, 4, 113.
- Köseoğlu, F., Kavak, N., Akkuş, H., Budak, E., Atasoy, B., Tümay, H. & Taşdelen, U. (2003). Yapılandırmacı öğrenme ortamı için bir fen ders kitabı nasıl olmalı?, 1. Basım, Asil Yayın Dağıtım, Ankara, s. 67.
- Kabapınar, F. (2001). "Ortaöğretim öğrencilerinin çözünürlük kavramına ilişkin yanılgılarını besleyen düşünce biçimleri", Maltepe Üniversitesi, Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, İstanbul.

- Kabapınar, F. M. (1999). “Kavramsal anlamayı gerçekleştirme: Çözünürlük kavramının yeni bir öğretim yöntemi ile lise birinci sınıf öğrencilerine öğretilmesi ve öğrenmelerindeki gelişimin incelenmesi, YÖK/DÜNYA BANKASI Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Dizisi MEGP doktora Bursiyerleri tez özetleri (YÖK:Ankara), 37.
- Kabapınar, F. M. & Adık, B. (2005). “Ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin fiziksel değişim ve kimyasal bağlar ilişkisini anlama seviyeleri, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, Cilt:38, sayı: 1, 123.
- Kabapınar, F. M. (2006). “Oluşturmacı anlayış temelinde fen öğretimi ve fen ders kitapları: Bir ders kitabı ünitesi olarak “çözünürlük”. *Eurasian Journal of Education Research*, 22, 139.
- Karamustafaoğlu, S., Ayas, A. & Çoştu, B. (2002). “Sınıf öğretmeni adaylarının çözeltiler konusunda kavram yanılgıları ve bu yanılgılarının kavram haritası tekniği ile giderilmesi”, V. Ulusal Fen bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi, ODTÜ, Ankara, 16–18 Eylül.
- Karasar, N.(2005).Bilimsel araştırma yöntemi,14. Basım,Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, s. 86.
- Kind, V. (2004). “Students’ misconceptions about basic chemical ideas”. 04.10.2007 tarihinde <http://www.chemsoc.org/pdf/learnnet/rsc/miscon.pdf> adresinden alınmıştır.
- Özmen, H. (2004). “Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı öğrenme”. *The Turkish Online Journal of Education Technology*. 3(1).
- Papageorgiou, G. & Johnson, P. (2005). “Do particle ideas help or hinder pupils’ understanding of phenomena”, *Int.J.Sci.Educ.*, 1299.
- Pekdağ, B. & Le Maréchal, J.-F. (2010). An explanatory framework for chemistry education: The two-world model. *Education and Science*, 35(157), 84-99.
- Pınarbaşı, T and Canpolat, N., “Students’ understanding of solution chemistry concepts”, *Journal of Chemical Education*, 80(11), (2003), 1328.
- Prieto, T., Blanco, A. & Rodriguez, A. (1989). “The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions”, *Int.J.Sci.Educ.*, 11(4), 451.
- Scott, P., Asoko, H., Driver, R. & Emberton, J. (1994). Working from children’s ideas: Planning and teaching a chemistry topic from a constructivist perspective in P. Fensham, R. Gunstone and R. White (Eds.) *The content of science: a constructivist approach to its teaching and learning*, Falmer Press, London, 201.

- Sökmen, N. ve Bayram, H. “5.,8. ve 9. sınıf öğrencilerinin saf madde, karışım, homojen ve heterojen karışım kavramlarını anlama seviyeleri ve kavram yanılgıları”, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.6-8 Eylül, (2000).
- Tezcan, H. & Bilgin, E. (2004). “Laboratuar yönteminin ve bazı faktörlerin öğrenci başarısına etkileri”, Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(3), 175.
- Tekin, H.(1991). Eğitimde ölçme ve değerlendirme, 17. Basım, Yargı Yayınları, Ankara, s.45.
- Ünal, H., Bayram, H. ve Sökmen, N. (2002). “Fen bilgisi dersinde temel kimya kavramlarının kavramsal olarak öğrenilmesinde öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin ve öğretim yöntemlerinin etkisi, ODTU Eğitim Fakültesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, 386.
- Valanides, N., “Primary student teachers’ understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving”, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(2), (2000), 249.
- Vosniadou, S. (1994). “Capturing and modeling the process of conceptual change”, *Learning and Instruction*, 4, 45.
- White, R. (1994). “Conceptual and conceptual change”, *Learning and Instruction*, 4, 113.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2006). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri, 6. Basım, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

### EK 1. ANKETTE YER ALAN SORULAR

1. Aynı şartlarda; bir kabın içine saf su, diğer bir kabın içine ise tuzlu-su örnekleri konuluyor.

a) I. kapta bulunan saf suyun miktarı 49,5g ve hacmi 50mL' dir. Buna göre yoğunluğu nedir?

b) II. kapta bulunan tuzlu-su çözeltisi ise 10g tuz ve 49,5g sudan oluşuyor. Çözeltinin hacmi 51mL olduğuna göre yoğunluğu nedir?

2. Aynı şartlarda alkol, su, şeker, alkol-su, şeker-su sistemlerini, tanecik boyutunda şekil çizerek gösteriniz. Neden böyle çizdiğinizizi açıklayınız.

**Nedeni:**

Alkol

**Nedeni:**

Su

**Nedeni:**

Şeker

**Nedeni:**

Alkol-su

**Nedeni:**

Şeker-su

3) Kapalı bir kapta;

a) 100mL etil alkol ve 100mL su karıştırıldığında elde edilen çözelti 190mL olmaktadır. Hacimdeki bu azalmanın nedeni nedir? Açıklayınız.

b) 100mL  $CCl_4$  ve 100mL su karıştırıldığında toplam hacmin ne olmasını beklersiniz? Nedenini açıklayınız.

## EK 2. GÖRÜŞME SORULARI

1) Yoğunluk nedir?

2) Doymuş, aşırı doymuş ve doymamış çözeltileri kavramlarını açıklayınız? Bu şekilleri birbirine göre kıyaslayınız? Seyreltik ve doymamış çözeltileri kavramlarını açıklayınız?

3) Tanecik dediğinde ne anlıyorsunuz? Alkol, su ve şeker tanecikleri denildiğinde ne anlıyorsunuz? Tanecikleri göstermek için kullandığınız şekilleri bir anlamı var mı? (Özellikle yuvarlak ile gösterim yapanlar için)

Alkol, su ve şeker tanecikleri arasında tanecik büyüklükleri bakımından bir farklılık var mı?

Bir çözünme olayı nasıl gerçekleşir?

4) I, II ve III noktalarındaki çözeltilerin özellikleri nelerdir?

Çözünürlük nedir?

5)  $CCl_4$ 'ün yapısı nasıldır?

Kovalent bağ nedir?

Apolar ve polar kovalent bağ nedir?