

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ÇÖZELTİLER KONUSUNDAKİ
KAVRAM YANILGILARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Birsen KALIN

Balıkesir, Eylül-2008

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ÇÖZELTİLER KONUSUNDAKİ
KAVRAM YANILGILARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Birsen KALIN

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Gamze ARIKIL

Sınav Tarihi: 05.09.2008

Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Mahir ALKAN (BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Gamze ARIKIL (Danışman- BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Bülent PEKDAĞ (BAÜ)

Balıkesir, Eylül-2008

ÖZET

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ÇÖZELTİLER KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILAR

Birsen KALIN

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Gamze ARIKIL)

Balıkesir, 2008

Bu çalışmanın amacı; eğitim fakültesinin ve fen edebiyat fakültesinin farklı bölümlerinde okuyan öğrencilerin çözeltiler konusunda ne gibi kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda 2006–2007 öğretim yılı, bahar yarıyılında Balıkesir Üniversitesi, Necetibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi 1. ve 4. sınıf, İlköğretim Matematik 2. sınıf, Kimya 1. ve 5. sınıf ve Bilgisayar Teknolojileri 3. sınıf öğrencileri ile Balıkesir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü 1.ve 4.sınıfta öğrenim gören toplam 416 öğrenciye çözeltiler konusu işlendikten sonra 5 açık uçlu sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır.

Ankette “çözeltilerin yoğunluğu, çözeltiler özellikleri, verilen bir çözeltiler grafiğini yorumlama, çözeltilerde tanecikli yapı ve çözünme olayında hacim değişimi” ile ilgili sorular vardır. Hazırlanan sorularda, öğrencilerin çözeltiler konusundaki kavram yanlışlarının tespit edilmesinin yanı sıra, grafik okuma, verilen şekilleri karşılaştırma ve yorumlamada ne gibi yanlışlara sahip oldukları da ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilere tanecik boyutunda çözünme olayı ile ilgili zihinsel modellerini ortaya çıkarmak amacıyla çizimler yaptırılmıştır. Öğrencilerin yanıtları her soru için farklı olmakla birlikte genel olarak 5 kategoride (doğru, kısmi kavram yanlışlığı, kavram yanlışlığı, cevapsız, ilişkilendirememe) toplanmıştır. Her kategori için frekanslar bulunmuş ve yüzde olarak verilmiş, kavram yanlışları bulunan cevaplar da ayrı olarak kendi aralarında belli başlıklara ayrılmıştır. Öğrencilere uygulanan anketin verileri doğrultusunda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını derinlemesine incelemek amacıyla 43 öğrenci ile ikili görüşmeler yapılmıştır.

Sonuç olarak yapılan çalışmada öğrencilerin çözeltiler konusunda pek çok kavram yanlışlığının olduğu ortaya çıkarılmış ve bunların giderilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Çözünürlük, çözeltiler, kavram yanlışlığı, çözünme, tanecikli yapı, yoğunluk, çözeltiler grafikleri, polar bağ, apolar bağ.

ABSTRACT

UNDERGRADUATE STUDENTS' MISCONCEPTIONS OF SOLUTIONS TOPIC

Birsen KALIN

**Balıkesir University, Institute of Science and Technology
Department of Science Education**

(M.S. Thesis / Supervisor: Assoc.Doç. Dr. Gamze ARIKIL)

Balıkesir, 2008

The aim of this study was to explore undergraduate students' misconceptions related to concepts of solutions topic in chemistry. The subjects were undergraduate students from two different faculties of Balıkesir University, Necatibey Faculty of Education and Arts and Science Faculty. The sample consisted of 1st and 4th year students of Primary Science Education Department, 2nd year students of Primary Mathematics Education Department, 1st and 5th year students of Chemistry Education Department and 3rd year students of Computer Education and Technological Department in Necatibey Faculty of Education, and 1st and 4th year chemistry students of Chemistry Department in Arts and Science Faculty. After the instruction of the solutions topic a questionnaire that contains five open-ended questions was applied to a total of 416 undergraduate students.

In the questionnaire, there were questions that were related with the concepts of "solutions' density, solution's characteristic, transforming graphical data to statement, particular structure in solutions and volume change during dissolution". By the help of these questions students' misconceptions in solutions were determined. Furthermore students' misconceptions in reading graphic, in commenting on and comparing the given diagrams were revealed. Also sketches were drawn by the students in order to find out their cognitive models that are related with dissolution at the micro scale. The students' answers were different for each question and they were analyzed by grouping them in five categories (true, partial misconception, misconception, unanswered, not associate with something). Frequencies were found for each category and they were given on base percentage. Also the answers that contain misconceptions were divided within as a certain titles. In order to gain a deeper insight into the student's misconceptions after the administration of the questionnaire, face to face interviews were conducted with 43 students.

As a result of the study it was revealed that the students have lots of misconceptions in solutions and advices were given in order to dispel these misconceptions.

KEY WORDS: Solubility, solutions, misconceptions, dissolution, particular structure, density, solution graphics, polar bond, non-polar bond.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
KISALTMALAR LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÖZSÖZ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem	3
1.2 Önem	4
1.3 Sayıtlar	4
1.4 Sınırlılıklar	4
1.5 Tanımlar	5
1.6 Literatür Taraması	5
1.6.1 Çözeltileri Konu Alan Kavram Yanılgıları Çalışmaları	6
1.6.2 Maddenin Tanecikli Yapısını Konu Alan Kavram Yanılgıları Çalışmaları	15
1.6.3 Kimyasal Bağları Konu Alan Kavram Yanılgıları Çalışmaları	19
2. YÖNTEM	22
2.1 Planlama	22
2.1.1 Konu Seçimi	22
2.1.2 Araştırma Modeli	22
2.1.3 Örneklem	22
2.2 Veri Toplama Araçları	23
2.2.1 Anket Formu	23
2.2.1.1 Kapsam Geçerliliği	24
2.2.2 Görüşme Formu	24
2.3 Anketin Uygulanması	24
2.4. Verilerin Analizi	25
3. BULGULAR	26
3.1 Birinci Sorunun Değerlendirilmesi	26
3.2 İkinci Sorunun Değerlendirilmesi	28
3.3 Üçüncü Sorunun Değerlendirilmesi	30
3.4 Dördüncü Sorunun Değerlendirilmesi	39
3.5 Beşinci Sorunun Değerlendirilmesi	42

4. TARTIŞMA VE SONUÇ	46
5. ÖNERİLER	51
EKLER	
EK A Ankette Yer Alan Sorular	52
EK B Ankette Yer Alan Soruların Cevapları	54
EK C Görüşme Soruları	56
KAYNAKLAR	57

KISALTMALAR LİSTESİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
d	Yoğunluk
FBÖ	Fen Bilgisi Öğretmenliği
KE	Kimya Öğretmenliği
KB	Kimya Bölümü
İMÖ	İlköğretim Matematik Öğretmenliği
BÖTE	Bilgisayar Teknolojileri Öğretmenliği
M ₂₂₋₃₇	İlköğretim Matematik öğretmenliği 2. sınıf 2. öğretim 37 nolu öğrenci
F ₁₁₋₂₇	Fen Bilgisi öğretmenliği 1. sınıf 1. öğretim 27 nolu öğrenci
B ₃₁₋₁₀	Bilgisayar öğretmenliği 3. sınıf 1. öğretim 10 nolu öğrenci
K ₁₂₋₂₃	Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü 1. sınıf 2. öğretim 23 nolu öğrenci

TABLO LİSTESİ

<u>Tablo Numarası</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1	Ankette Yer Alan Genel Kategoriler	25
Tablo 3.1a	Birinci Sorunun a Şikkının Değerlendirilmesi	26
Tablo 3.1b	Birinci Sorunun b Şikkının Değerlendirilmesi	27
Tablo 3.2	İkinci Sorunun Değerlendirilmesi	29
Tablo 3.3a	Üçüncü Sorunun Değerlendirilmesi (Saf maddeler)	31
Tablo 3.3b	Üçüncü Sorunun Değerlendirilmesi (Karışımlar)	36
Tablo 3.4	Dördüncü Sorunun Değerlendirilmesi	40
Tablo 3.5a	Beşinci Sorunun a Şikkının Değerlendirilmesi	42
Tablo 3.5b	Beşinci Sorunun b Şikkının Değerlendirilmesi	43

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Adı</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.3a ₁	Alkolü sürekli yapıda gösterme	32
Şekil 3.3a ₂	Şeker taneciklerini molekül geometrileri şeklinde gösterme	32
Şekil 3.3a ₃	Su taneciklerini molekül formülleri şeklinde gösterme	32
Şekil 3.3a ₄	Şeker taneciklerini yığın şeklinde gösterme	33
Şekil 3.3a ₅	Şeker taneciklerini iki boyutta gösterme	33
Şekil 3.3b ₁	Alkol-su karışımında tanecikleri iç içe gösterme	37
Şekil 3.3b ₂	Karışımlardaki taneciklerin ikisini tek tanecik olarak gösterme	37
Şekil 3.3b ₃	Şeker-su karışımında suyu görünmez olarak gösterme	37
Şekil 3.3b ₄	Alkol-su karışımını sürekli yapıda gösterme	38
Şekil 3.3b ₅	Alkol-su karışımında tanecikleri molekül geometrileri şeklinde gösterme	38
Şekil 3.3b ₆	Alkol-su karışımında tanecikleri molekül formülleri şeklinde gösterme	38
Şekil 3.3b ₇	Alkol-su karışımını heterojen olarak gösterme	39

ÖNSÖZ

Eğitim hayatımın bu önemli bölümünde yapmış olduğum bu çalışma, bana bilimsel araştırma alanında yapılan çalışmaların çok fazla emek ve özveri gerektirdiğini, aynı zamanda da uzun ve zahmetli ama bir o kadar da doyum verici olduğunu gösterdi.

Zorlu fakat bir o kadarda deneyimlerle dolu geçen iki yıl içerisinde, tüm özverisiyle ve büyük titizlikle çalışan, karşıma çıkan zorluklarda bana her zaman yardımcı olan danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Gamze ARIKIL'a,

Çalışmamda büyük katkıları olan sayın Prof. Dr. Mahir ALKAN, Yrd. Doç. Dr. Nursen AZIZOĞLU ve Yrd. Doç Dr. Bülent PEKDAĞ hocalarıma,

En yoğun zamanlarında dahi beni hiçbir zaman geri çevirmeyen ve bana her türlü konuda yardımcı olan hocalarım (ablalarım) Arş. Gör. Özlem KARAKOÇ ve Arş. Gör. Ruhan BENLİKAYA'ya teşekkür ederim.

Bütün öğrenim hayatım boyunca olduğu gibi yüksek lisans öğrenimimde de bana her türlü konuda destek olan sevgili annem, babam ve ablama sonsuz teşekkür ederim.

Balıkesir, 2008

Birsen KALIN

1. GİRİŞ

Öğrenme, tekrar veya yaşantı yoluyla organizmanın davranışlarında meydana gelen oldukça kalıcı değişikliklerdir [1]. Öğrenmenin gerçekleşmesi noktasında davranışçılar ve bilişselciler öğrenmeyi; yaşantı sonucu, kalıcı izli ve davranışta değişim olması noktasında ortak görüşleri savunmaktadırlar. Fakat davranışçılar bireyde meydana gelen davranış değişikliğini gözlenebilir süreçler olarak ele alırken bilişselciler öğrenmeyi gözlenemeyen, içsel süreçler olarak ele almaktadırlar [2]. Öğrenmeyi etkileyen çeşitli faktörler vardır: Bunlar öğrenen, öğrenme yöntemi ve öğrenme malzemesi ile ilgili faktörlerdir. Öğrenen ile ilgili faktörler; hazırbulunuşluk düzeyi, olgunlaşma, genel uyarılmışlık hali, eski yaşantılar, güdü ve dikkattir [1].

Kavramlar, yaşantı sürecinde iki ya da daha fazla varlığı ortak özelliklerine göre bir arada gruplandırıp, diğer varlıklardan ayırt ederek zihnimizde oluşturduğumuz düşünme birimleridir. Soyut düşünme birimleri olan kavramların öğretilmesinde yapılan somutlaştırmalar bu kavramların geliştirilmesinde de kolaylık sağlayabilir. Yapılandırmacı öğrenme kuramına göre birey yeni bilgileri eski bilgileri üzerine yerleştirmektedir. Bu süreçte eski kavramlar yeni kavramlarla ilişkilendirilir [3]. Yapılandırmacı öğrenme modeli; J.Piaget'in zihinsel gelişim teorisine dayanılarak ortaya atılmıştır. Ayrıca Ausebel'in anlamlı öğrenme, Bruner'in araştırma, Posner ve arkadaşlarının kavramsal değişim ve Johnson'un sosyal etkileşim teorilerine de dayanmaktadır [4]. Yapılandırmacı düşünceye göre, öğrenmenin etkili ve anlamlı olabilmesi için, öğrencinin öğrenme faaliyetlerine aktif olarak katılması ve öğrenmede sorumluluk alması gerekmektedir [5].

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 [6]. Öğrencilerde görülen bu tür kavramlar bilimsel araştırmalarda; yanlış kavrama (misconceptions) [7], ilk kavramlar (naive conceptions) [8], genel duyu kavramları (common sense concepts), yanlış anlamalar (misunderstanding) [9], çocukların bilimi (children science) [10], ön kavramlar (preconceptions), zihinsel modeller (mental models) [11], öğrencilerin tanımlaması (student's descriptive), açıklayıcı sistemler (explanatory systems) [12], alternatif çerçeveler (alternative frameworks) [13], ilk inançlar (naive beliefs) [14], alternatif kavramlar (alternative conceptions) [15, 16], ve kavramsal çerçeve (conceptual frameworks) [17] 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 [6]. Bu sınıflandırma öğrencilerde en çok görülen kavram yanlışlarına göre oluşturulmuştur.

Kavram yanlışlarının oluşmasındaki temel nedenler şu şekilde sıralanabilir:

- Önceki öğrendikleri bilgilerle yeni öğrenilen bilgilerin anlamlı bir şekilde ilişkilendirilememesi,
- Daha önce edinilen kavramların yanlış veya eksik öğrenilmesi,
- Günlük dilde kullanılan kavramların, bilimsel dilde farklı işlevlerinin olması,
- Konular ve kavramların öğretilmesinde uygun eğitim ortamlarının oluşturulmaması,
- Kavramların birbirleriyle bağlantılarının ve günlük olaylarla ilişkilerinin kurulamaması [18],
- Analoji (benzetme) ve mecazların doğru kullanılmaması veya aşırı kullanılması,
- Farklı kavramlar için aynı sembollerin kullanılması [19],
- Çeşitli bileşiklere ait modellerde; atomların farklı renklerde ve küreler halinde, kimyasal bağların ise çubuklarla gösterilmesi [20],

- Bilimsel kavramların açık ve anlaşılır olmaması,
- Kitaplardaki resim, şekil ve grafiklerin bilimin gerçeklerini göstermemesi [21].

Kavram yanlışları tespit çalışmalarında; mülakatlar, çizimler, testler, anlam çözümleme tabloları, kavram ağları, zihin haritaları, kavram haritaları kullanılmaktadır [22, 3].

1.1 Problem

Bu çalışmanın amacı; öğrencilerin çözünme olayını hem makroskobik boyutta hem de tanecik boyutunda düşünmedeki yanlışları, çözeltilerin özellikleri konusunda ne gibi kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır: Öğrencilerin;

- saf maddelerin (suyun) ve verilen bir çözelti örneğinin yoğunluğunu bulmada konusundaki,
- verilen şekiller üzerinde, çözeltilerin özelliklerini açıklama konusundaki,
- ikisi çözelti, üçü saf madde olmak üzere verilen beş farklı sistemi, tanecik boyutunda gösterebilmedeki,
- verilen bir çözelti grafiğini, çözeltilerin özellikleri yönünden değerlendirmede,
- çözünme olayı ile hacim değişimi arasında ilişki kurmada

kavram yanlışları nelerdir?

1.2 Önem

Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesinde engel oluşturmaktadır [23]. Çözeltiler konusu; literatürde çok çalışılan bir konu olmakla beraber eğitim sistemimizdeki yenilikler sebebiyle yapılan çalışmaların daha derinlemesine araştırılmasının gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Çözeltiler konusunda var olan kavram yanılgılarının ortaya çıkarılması eğitim ve öğretim ortamlarının düzenlenmesine yardımcı olacaktır.

1.3 Sayıtlar

1) Çalışmanın uygulandığı sınıflarda Genel Kimya dersine giren öğretim elemanlarının öğretim yönteminden kaynaklanan farklılıkların olmadığı kabul edilmiştir.

2) Testin geçerliğinin ve güvenilirliğinin yüksek olduğu kabul edilmiştir.

1.4 Sınırlılıklar

Bu çalışma, Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik ve Bilgisayar Teknolojileri Öğretmenliği ara sınıf öğrencileri, Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi ve Kimya Öğretmenliği ve Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü 1. ve 4. sınıf öğrencileriyle sınırlıdır.

1.5 Tanımlar

Aşağıda verilen tanımlar, üniversite düzeyindeki genel kimya kitaplarından faydalanılarak yapılmıştır.

Yoğunluk: Bir maddenin birim hacminin kütlesidir.

Karışım: İki ya da daha fazla maddenin özelliklerini kaybetmeden, herhangi bir oranda karıştırılması sonucu meydana gelen sistemlerdir. Homojen ya da heterojen olabilir.

Çözelti: Bir veya birkaç çözünenin bir çözücü içinde homojen bir şekilde dağılması ile oluşan sistemlerdir.

Doymuş çözelti: Bir miktar çözeltiliye çözünenin aşırısı katılırsa saf çözünen ile çözünmüş çözünen arasında bir denge kurulur. Denge halindeki böyle bir sistemde, saf çözünenin çözünme hızının çözünmüş çözünenin çözelti fazından saf faza geçme hızına eşit olduğu çözeltilerdir.

Aşırı doymuş çözelti: Belli şartlarda içerisinde doymuş çözeltilerden daha fazla çözünmüş madde bulunduran kararsız çözeltilerdir.

Çözünürlük: Belli bir sıcaklıkta, belli bir hacimde, çözünebilen maddenin, maksimum miktarını çözmüş çözeltilerdir. Bir başka ifadeyle doygun çözeltinin konsantrasyonudur.

1.6 Literatür Taraması

Kavram yanılgıları ile ilgili çalışmalar yıllar öncesine dayanmasına karşılık günümüzde yerini halen korumaktadır. Bunun en önemli sebebi; bilim ve teknolojiye gelişmelerle birlikte eğitim ve öğretim ortamının iyileştirilmesinin gerekliliğidir.

Kavram yanılgıları çalışmaları sadece kimya alanında olmayıp, fenin diğer alanları olan fizik [24] ve biyolojide de [25] yapılmıştır. Kimyada; atom [26], madde [27], kimyasal bağlar [28], kimyasal denge [29], asitler ve bazlar [30], fiziksel ve kimyasal değişim [31], mol kavramı [32] ve elektrokimya [33] gibi konularla ilgili kavram yanılgıları çalışmaları bulunmaktadır.

1.6.1 Çözeltileri Konu Alan Kavram Yanılgıları Çalışmaları

Prieto, Blanco ve Rodriguez (1989) 6. 7. ve 8. sınıftaki 319 öğrencilerinin çözünme konusundaki fikirleri ile ilgili çalışmalarında öğrencilerden;

- kendi cümleleriyle çözünme olayını anlatmaları,
- çözünme olayını nasıl hayal ettiklerini çizmeleri,
- çözünme kelimesi ile önceden nerede karşılaştıkları,
- çözünme kelimesini açıklayan bir örnek vermeleri istenmiştir.

Analizler sonucunda çözeltilerle ilgili belirlenen kavram yanılgılarından bazıları aşağıda verilmiştir:

- 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 [34].

Lee ve diğeri (1993) Amerika'da 15 okulun 6. sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada iki amaç belirlemişlerdir:

(1) 6. sınıf öğrencilerinin madde ve moleküllerin doğasına ait kavramları anlayabilmek.

(2) Öğrencilerin bilimsel gelişimini destekleyen iki alternatif müfredat programının ünitelerinin etkililiğini değerlendirmek.

Çalışma iki yıl sürmekle birlikte ilk yıl öğrenciler, maddenin sınıflandırılması ünitesini daha öncede okutulmuş kitaptan çalışmışlardır. Ünite sonunda öğrencilere 26 sorudan oluşan bir test uygulanmıştır. Teste öğrencilerin sahip oldukları ortak

kavram yanlışları tespit edilmiş ayrıca öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Analizler sonucunda öğrencilerde var olan kavram yanlışları dikkate alınarak hazırlanan yeni program ikinci yıl aynı öğretmenler tarafından uygulanmış ve öğretim sonrasında 24 öğrenci ile görüşmeler yapmışlardır. Öğretim öncesinde yapılan görüşme sonuçları beş kategoride toplanmıştır: maddenin doğası, maddenin halleri, ısı genleşmesi, çözünme ve hal değişimi. Çözeltiler konusunda belirlenen kavram yanlışlarından birkaç tanesi aşağıda verilmektedir:

- Çözücü; kaybolur, erir, buharlaşır.
- Katı şeker sıvı şekere dönüşür.
- Çözünen moleküller birbirlerinden ayrılarak çözücü molekülleri ile karışır.
- Bir madde çözüldüğünde artık yoktur [35].

Ebenezer ve Gaskell (1995) araştırmalarını güneybatı Britanya'daki 100 öğrencili bir kent okulunda 11. kimya sınıfındaki 13 öğrenci ile yapmışlardır. Çözelti kimyasında kavramsal değişim görüşü adlı çalışmaları şu basamaklardan oluşmaktadır:

- Öğretim öncesinde öğrencilerin çözünürlük konusundaki kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması,
- Tespit edilen kavram yanlışları dikkate alınarak çözelti kimyası ile ilgili olarak bir ünite geliştirilmesi,
- Öğretmenler ile görüşmeler yapılması,
- Öğretimden sonra öğrencilerin kavramlarının tespit edilmesi,

şeklindedir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde şeker/su (sistem A), su/alkol/tiner boyası (sistem B) ve tuz/su (sistem C) olmak üzere üç sistem gösterisi oluşturmuşlardır. Sistem A da sıcak suya şeker atılarak şekere ne olduğu sorulmuş ve resmini çizmeleri istenmiştir. Sistem B de su içine alkol katılarak, bir damla gıda boyası eklenmiş ve bu karışıma tiner boyası dökülmüştür. Görülen iki ayrı tabakanın nedenleri hakkında öğrencilere sorular sorulmuştur. Sistem C de su ve tuz içeren kapalı bir şişe gösterilerek öğrencilere dipte çöken tuzun nedeni ve şişenin üst kısımlarında tuz olup olmadığı sorulmuştur. Ünitenin sonuna doğru aynı 13 öğrenci ile öğretim sonrasında

da görüşmeler yapılmış ve aynı gösteriler kullanılarak daha derinlemesine bilgi için sorular sorulmuştur. Araştırmalar sonucunda çözelti kimyası konusuna bazı kavram yanlışları bulunan öğrencilerin bu yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metodu ile hazırlanmış ünitenin etkili olduğu belirlenmiştir [36].

Papageorgiou ve Sakka (2000) tarafından yapılan çalışmada saf madde, bileşik, element, karışım, çözelti, molekül ve atom kavramları hakkında 75 ilkokul öğretmenin görüşlerini almışlardır. Bu görüşmelerdeki kavram yanlışlarından bazıları aşağıda verilmektedir:

- Çözeltiler sıvı durumdadır.
- Bir maddenin çözülebilmesi için katı durumda olması gerekir.
- Çözelti bir sıvı içinde bir katının çözünmesidir [37].

Sökmen ve Bayram (2000) öğrencilerin saf madde, karışım, homojen ve heterojen kavramlarını anlama seviyelerini ve kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla rastgele seçilen 5. sınıf (63), 8. sınıf (131) ve 9. sınıf (97) öğrencilerine bir test uygulamışlar ve öğrencilerden verdikleri yanıtların nedenlerini açıklamalarını istemişlerdir. Öğrencilerde belirlenen kavram yanlışları ifadeleri;

- suyun içinde bir takım mineraller çözülmüş olabileceğinden su karışımdır,
 - hava homojen görünümlü ve bileşenlerinin belirli miktarda olmasından dolayı saf maddedir,
 - karışımlar element veya bileşiklerin birleşmesiyle oluşurlar
- şeklindedir [38].

Valanides (2000) Kıbrıs üniversitesinin eğitim bölümünde öğrenci olan ve ilkokul öğretmenliği dersini zorunlu alan 20 öğretmen adayı ile bire bir görüşmeler yapmıştır. Öğrencilere katı ve sıvıların makroskobik (renk, tat, hacim, yoğunluk, yanıcılık) özellikleri ve bir katı (tuz veya şeker) bir sıvıda (su) çözünürken veya iki sıvı (alkol ve su) karıştırıldığında bu özelliklerdeki değişim sorulmuştur. Öğrencilerin bu konulardaki düşüncelerini irdelemek amacıyla tuz, şeker ve alkol çözeltileri onların önünde hazırlanmıştır. Analizler sonucunda tuz veya şekerin suda çözünmesi ile ilgili olarak;

- katının batması veya erimesi,
- çözülürken farklı büyüklükteki tanelere ayrılması,
- kimyasal değişime uğraması,
- çözeltinin filtre kâğıdından geçirilirken kalıntının kâğıdın üstünde kalması,

gibi kavram yanlışlarını tespit etmiştir [39].

Kabapınar (2001) ortaöğretim 9. sınıfta (lise 1) öğrenim gören 40 öğrenci ile öğretim öncesi, 44 öğrenci ile de öğretim sonrası olmak üzere toplam 84 öğrenci ile çözünme olayı, çözünme hızı, çözelti özellikleri ve çözünürlük konularına ilişkin kavram yanlışlarını ve bu yanlışları besleyen düşünce biçimlerini incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu amaç doğrultusunda 6 açık uçlu sorudan oluşan bir anket hazırlanmış ve anket sonrasında da kavram yanlışlarına sahip 15 öğrenci ile bireysel görüşmeler yapılmıştır. Analizler sonucunda;

- çözüme olayının katıdan sıvıya geçiş olarak algılanması,
- katıdan sıvıya geçişin ısı ya da su ile olabileceğinin düşünülmesi,
- çözünme hızının sıcaklıkla artacağını çünkü ısının katı fazdan sıvı faza geçişi hızlandıracağını düşünülmesi,
- çözünen maddenin en çok çözeltinin alt kısımlarında bulunduğunun hayal edilmesi,
- kütle ve hacim kavramlarının karıştırılması,
- çözünme olayının makro boyutta açıklanması,
- sıvıyı oluşturan tanecikler arasında büyük boşlukların olması ve taneciklerin hareketli oluş nedenlerinin bu boşluklardan kaynaklandığının düşünülmesi

şeklinde kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir [40].

Ebenezer (2001) tuzlu su çözeltisi için bir animasyon hazırlamış ve bu animasyonu 11. sınıftaki toplam 17 öğrenciye göstermiştir. Çalışma 12 dersten meydana gelmiş olup öncelikle tek tek öğrencilerin şekerin suda çözünmesi ile ilgili bilgilerini araştırmışlardır. Daha sonra her öğrenciye şeker, su, beher ve karıştırma çubuğu ile birlikte her adımı açıklayan aktivitelere ait sorular için bir kâğıt verilmiştir. Aktivitede yer alan sorular şöyledir:

- Beher içindeki su ve şekere ne olduğunu düşünüyorsunuz?
- Eğer hayali bir gözlük taksaydınız ve beher içinde ne olduğunu görebilseydiniz ne görürdünüz?
- Ne görebileceğinizi tanımlayarak resmini çiziniz.

Daha sonraki günlerde öğrencilere çözeltiler konusu, bilgisayar destekli animasyon çalışmasıyla öğretilmiştir. Araştırma sonucunda çözelti kimyasıyla ilgili hazırlanan bu animasyon, öğrencilerin mikroskobik kavramları açıklamalarında, görüş bildirmelerinde ve hesaplamalarında kullanılabileceğini göstermiştir. Öğretimden önce öğrencilerin şeker ve su karışımı ile ilgili kavram yanlışlarından bazıları şöyledir:

- Şeker katıdan sıvıya dönüşür.
- Şeker ve su molekülleri bir molekül olmak için birleşir.
- Şeker ve su molekülleri kimyasal reaksiyon meydana getirir.
- Şeker tanecikleri su molekülleri arasındaki boşlukları işgal eder [41].

Arizona State üniversitesi 2001 yılında yaptığı derlemede; atom, molekül, maddenin doğası, kimyasal bağlar (iyonik ve kovalent) ve çözünme konuları ile ilgili kavram yanlışlarını incelemiştir. Araştırmada çözünme konusu ile ilgili kavram yanlışları şöyledir:

- Tuz çözünmeye karşı koyacak kadar yoğun değildir.
- Erime ve çözünme aynı kavramlardır.
- Çözünen şeker erimiş olur.
- Şeker su içinde çözüldüğü zaman su şekerin özelliklerini alır.
- Şeker su içinde çözüldüğü zaman şeker suyun özelliklerini alır.
- Çözünme sırasında ağırlık kaybı olur [42].

Karamustafaoğlu ve diğerleri (2002) sınıf öğretmeni adaylarının çözeltiler konusundaki kavram yanlışlarını kavram haritaları tekniği ile gidermek amacıyla KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, ilköğretim sınıf öğretmenliği programında öğrenim göre üçüncü sınıftaki 80 öğrenciyi iki gruba ayırarak öğretim yapmışlardır. Öğretimden önce öğrencilerin var olan kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla

her iki gruba da 20 maddeden oluşan bir test uygulamışlardır. Öğretim sonrasında uygulanan son test verilerine göre kavram haritaları yöntemi ile eğitim gören grubun başarısının daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretimden önce öğrencilerde görülen kavram yanlışlarından bazıları aşağıda verilmiştir:

- Çözücü, bir maddeyi iyonlarına ayıran sıvıdır.
- Çözünen, herhangi bir katı veya gaz olabilir.
- Çözelti, çözücü içerisinde bir miktar çözünen madde atılarak elde edilen yeni bir maddedir [43].

Pınarbaşı ve Canpolat (2003) çözelti kavramı ile ilgili öğrenci anlamalarını test etmek amacıyla yaptıkları çalışmada 107 üniversite öğrencisine 4 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test uygulamışlardır. Ayrıca testte öğrencilerden seçtikleri cevabı açıklamalarını istenmişlerdir. Öğrencilerin verdikleri cevaplar doğrultusunda 7 öğrenci ile görüşme yapmışlardır. Tespit edilen kavram yanlışlarından bazıları aşağıda verilmiştir:

- Bir çözelti çözünmemiş halde katı içeriyorsa aşırı doymuş çözeltidir.
- Karıştırılan gazların toplam basıncı çözücüde çözünen gazın miktarı ile orantılıdır.
- Çözücü ve çözünen moleküller arasındaki çekim kuvvetinin sebebi çözeltinin buhar basıncının düşmesidir [44].

Gödek (2004) fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünme kavramı hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla yaptığı çalışmada öncelikle 29 kimya kitabından çözünme kavramının anlatımında kullanılan açıklama, ifade ve modelleri incelemiştir. Daha sonra 103 fen bilgisi öğretmen adayının çözünme, erime, çözünen ve çözücü kavramları hakkındaki görüşleri ve çizimlerini sekiz sorudan oluşan açık uçlu bir anketle tespit etmiştir. Tespit edilen kavram yanlışları ifadelerinden bazıları şöyledir:

- Çözücü sıvıdır.
- Eğer çözelti katı-sıvı çözeltiyse çözünme ve erime birbirine eşittir.
- Erime bir çözünmedir.
- Madde eriyerek çözünür [45].

Tezcan ve Bilgin (2004) liselerde çözünlük konusunun öretiminde laboratuvar yönteminin örenci başarısına etkisini araştırmak amacıyla Ankara'daki bir lisenin 1. sınıfında örenim gören 22'si deney grubu, 20'si kontrol grubunda olmak üzere toplam 42 örenci ile bir çalışma yapmışlardır. Öretimden önce örencilere mantıksal düşünme yeteneği testi ve çözünlük kavrama testi-ön test, öretimden sonra ise çözünlük kavrama testi-son test uygulamışlardır. Çözünlük konusunda öretim öncesinde örencilerde tespit edilen kavram yanılığlarından bazıları şoyledir:

- Su her zaman çözücüdür.
- Çözünen madde çözüldüğünde kütleinde azalma olur.
- Çözünen moleküller çözünme boyunca bir taraftan diğer tarafa gelişigüzel hareket eder.
- Sıcaklık artığında bütün katıların çözünlüğü artar.
- Çözünen tanecikler yeterince küçük olmadığı zaman çözünme olmamaktadır.
- İki sıvının birbiri içindeki çözünmemesi yoğunluklarından farklı olmasından kaynaklanır.
- Katı maddeler çözüldüğünde iyonlarına ayrırır.
- Bazı sıvıların birbiri içinde çözünmemesinin nedeni tanecikler arasında yer bulamamalarındandır.
- Çözeltilinin kütlesi çözücü külesine eşittir [46].

Konur ve Ayas (2004) kütle, ağırlık, bileşik, moleköl, element, saf madde, atom, kimyasal ve fiziksel olaylar, karışım, çözeltili, çözünlük, bileşik çeşitleri, kaynama noktası, katı, sıvı ve gazların özellikleri, metal, ametal, asit ve baz kavramlarını içeren 14 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir test hazırlamışlardır. Genel Kimya dersi kapsamında hazırladıkları testi KTÜ Rize Eğitim Faköltesi sınıf öğretmenliği programında örenim gören 1. sınıftaki 135 örenciye uygulamışlardır. Testte örencilerin işaretledikleri cevapların nedenlerini de yazmalarını istemişler ve testin analizinden sonra 15 örenci ile mülakat yapmışlardır. Çalışmada çözeltili ve çözünlük kavramlarını ile ilgili sorularda belirledikleri kavram yanılığarı içeren ifadelerden bazıları şoyledir:

- Çözeltiler katı halde bulunurlar.
- Katı çözelti olmaz.
- Çözeltilerin gaz halinde bulunabileceklerini tahmin ediyorum.
- Bütün çözeltiler homojen değildir.
- Çözeltiler homojen ve heterojen halde bulunabilirler.
- Gazların sıvılardaki çözünürlüğü sıcaklıkla artar.
- Gazların sıvılardaki çözünürlüğü sıcaklıkla değişmez.
- Katılarda çözünürlük basınçla artar.
- Gazlar sıvılarda çözünmez [47].

Demircioğlu ve diğerleri (2006) KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi sınıf öğretmenliği programı 3. sınıfta öğrenim gören 100 öğrenciye fiziksel ve kimyasal değişme konularında 10 açık uçlu sorudan oluşan bir test uygulamışlardır. İki bölümden oluşan soruların ilk bölümünde öğrencilerden verilen iki seçenektan doğru olanı seçmeleri, ikinci bölümde ise tercih ettikleri seçeneği seçme nedenlerini yazmalarını istenmişlerdir. Son soruda da öğrencilerden fiziksel ve kimyasal değişmeyi tanımlarını istemişlerdir. Öğrencilerin teste verdikleri cevaplar doğrultusunda seçilen 10 öğrenci mülakat yapmışlardır. Şekerin suda çözünmesinin nasıl bir olay olduğunu test eden soruya yanlış cevap veren öğrencilerin ifadelerinden bazıları şöyledir:

- Şeker suda çözüldüğü için şeker özelliğini ve şeklini kaybeder, şekerini tekrar elde edemeyiz.
- Şeker suda çözüldüğünde katı haldeki kimyasal özelliğini taşımaz.
- Şekerin yapısı değişmiştir, suya karışmıştır, tekrar şeker haline gelemez.
- Şeker suyu etkiler, onun yapısını bozar [48].

Uzuntiryaki ve Geban (2005) öğrencilerinin çözelti kavramını anlamalarında kavram haritaları ile birlikte kavramsal değişim yaklaşımının etkisini araştırmak amacıyla 8. sınıftaki 64 öğrenciye öncelikle 20 çoktan seçmeli sorudan oluşan çözelti kavram testi uygulamışlardır. Daha sonra öğrenciler deney ve kontrol grubu şeklinde ayrılarak deney grubundaki öğrencilerle kavram haritaları ile birlikte hazırlanan

kavramsal değişim yaklaşımıyla çözeltiler konusu işlenmiştir. Öğrencilerde tespit edilen kavram yanlışlarından bazıları aşağıda verilmiştir:

- Çözünmeden sonra yeni bir madde oluşur.
- Bütün karışımlar çözeltilerdir.
- Bütün çözeltiler elektriği iletir.
- Çözeltinin son hacmi, çözeltiyi oluşturan maddelerin toplam hacminden daha büyüktür [49].

Çalık ve Ayas 2005 yılında yaptıkları çalışmada 7., 8., 9. ve 10. sınıftaki öğrencilerin çözücü, çözünen ve çözelti kavramları ile ilgili kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Toplam 441 öğrenciye 18 açık uçlu sorudan oluşan bir test uygulamışlardır. Öğrencilerde belirlenen kavram yanlışlarından bazıları şöyledir:

- Şeker çözünen ve su çözücüdür çünkü şeker küpü su bulunan bardağa atıldığında bir kimyasal reaksiyon meydana gelir.
- Şeker çözünen ve su çözücü çünkü katı maddeler her zaman çözünendir ve sıvı katıyı çözme özelliğine sahip bir çözücüdür [50].

Koray ve diğerleri (2007) Zonguldak'ın Ereğli ilçesindeki bir lisede öğrenim gören 9. 10. ve 11. sınıf öğrencilerinden oluşan toplam 300 öğrenciye çözünürlük konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla bir test geliştirmişlerdir. 32 sorudan oluşan testteki sorular çoktan seçmeli olup günlük hayattan yola çıkılarak hazırlanmıştır. Öğrencilerin un ve su karışımını çözünme olayı olarak algıladıkları, basıncın katıların çözünürlüğünü etkilediğini düşündükleri, çalkalanan kola kutusunun kapağının açıldığında kolanın köpürmesini “soğukta gazların daha çok çözünmesi” düşüncesiyle açıklamaya çalıştıkları tespit edilen kavram yanlışlarından bazılarıdır [51].

1.6.2 Maddenin Tanecikli Yapısını Konu Alan Kavram Yanılgıları Çalışmaları

Gabel, Samuel ve Hunn (1987) İndiana Üniversitesinde temel fen beceri kursunun bir bölümde öğrencilere teori ve modelleri inceleme, ifade etme, tahmin etme, farz etme, deney yapma vb. fen işlem becerilerinin faydalarını göstermek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Konunun öğretilmesinden önce, maddenin doğası ile ilgili 14 maddelik bir test hazırlamışlardır. Test element, bileşik, karışım, madde, çözelti, homojen madde, heterojen madde, katı, sıvı, gaz ve kimyasal ve fiziksel değişim kavramlarında maddenin tanecikli yapısı dikkate alınarak hazırlanmıştır. Hazırladıkları bu 14 maddeyi aşağıdaki 9 niteliğe göre değerlendirmişlerdir:

- Parçacıkların korunması,
- Parçacıkların yakınlığı,
- Parçacıkların düzenli yerleştirilmesi,
- Kutudaki parçacıkların yerinin saptanması,
- Parçacıkların boyut ve biçimindeki değişmezliği,
- Parçacıkların farklılığı,
- Parçacıkların kimyasal bileşimi,
- Ürünün boyut ve biçimi,
- Bağ oluşturma özellikleri.

Sonuçlar iki kimya eğitimcisi tarafından kodlanmış ve iki grup (kimya kursuna kayıt yapan ve yapmayan öğrenciler) arasında birçok maddede küçük farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak da kimya derslerinde maddenin tanecikleri konusuna yeterince değinilmediği anlaşılmıştır. Öğrencilerde belirlenen ortak kavram yanılgılarından bazıları şunlardır:

- Sıvıdan gaza geçişte atomları birbirlerinden uzaklaştırmak yerine atomların boyutlarını büyütme,
- Gaz taneciklerinin düzensiz biçimden ziyade düzenli biçimde gösterilmesi [52].

Jones ve Lynch (1989) 2. ile 6. sınıf arasındaki 137 öğrenciye hem maddelerin ortak özellikleri hem de katı ve sıvılar arasındaki ilişkilerle ilgili bir anket hazırlamışlardır. Araştırmacılar gönüllü ilkokul öğretmenlerinden oluşan küçük bir grup ile verilerin toplanmasında birlikte çalışmışlardır. Araştırmada aşağıdaki aşamaları takip etmişlerdir:

- Öğrencilere metal, plastik, tahta, bal mumu, cam, un, çikolata, şeker, buz, jöle, pamuk ve bakırdan yapılan nesnelere gösterilerek bunları katı veya sıvı olarak ayırt etmeleri istenmiş ve nedenleri sorulmuştur.
- Materyalleri sert olma, boşluksuz olma, dövülebilme ve kolay eriyebilme niteliklerine göre sınıflandırmaları istenmiştir.

Bulgulardan çıkan sonuç; öğretmenlerin öğrencileri anlamlı öğrenme için çok dikkatli dinlemelerine ve onların alternatif kavramlarına cevap vermelerine ihtiyaç olduğunu göstermiştir [53].

Griffiths ve Preston (1992) 12. sınıfta bulunan 30 öğrenciye atomlar ve moleküllerin temel özellikleri konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla iki bölümden oluşan bir test uygulamışlardır. Testin ilk bölümü su molekülünün yapısı, bileşimi, büyüklüğü, ağırlığı, bağlanması ve enerjisi ile ilgili sorulardan oluşurken, ikinci bölümü ise atomların yapısını, şeklini, büyüklüğünü, ağırlığını ve algılarındaki canlandırmalarını içeren sorulardan oluşmaktadır. Analizler sonucunda buldukları kavram yanılgılarından bazıları şöyledir:

- Su moleküllerinin belli, kesin bir şekli yoktur.
- Su molekülleri oksijen ve hidrojenden başka bileşenler içerir.
- Su molekülleri katı fazda boşluk olmaksızın aralıksız birbirlerine dokunurlar.
- Bir atom katı bir küreyi andırır.
- Atomlar mikroskop altında görülebilecek büyüklükte dirler.
- Bütün atomlar aynı ağırlıktadırlar.
- Atomlar canlıdır çünkü hareket ederler [54].

Özmen ve diğerleri (2001) atom, molekül, kimyasal denge, asit ve baz kavramlarına ait yanlışlarla ilgili bir literatür taraması yapmışlardır. Atom ve molekül kavramları ile ilgili kavram yanlışlarından bazıları aşağıda verilmektedir:

- Bir su molekülü, içerisinde taneciklerin baştanbaşa yayıldığı bir küredir.
- Su molekülleri farklı sayıda atom içerir.
- Gaz fazdaki su molekülleri en büyüktür.
- Basınç bir molekülün şeklini etkileyebilir.
- Katı fazdaki su molekülleri en ağırdır.
- Buzdaki su molekülleri aralıksız olarak birbiri ile temas halindedir.
- Tüm atomlar aynı büyüklüktedir [55].

Ayas ve Özmen (2002) maddenin tanecikli yapısı kavramı ile ilgili beş açık uçlu sorudan oluşan anketi Trabzon ilinde çeşitli okullardan seçilen toplam 150 lise 1. sınıf ve 100 lise 2. sınıf öğrencisine uygulamışlardır. Analizler sonucunda tespit edilen bazı kavram yanlışları şöyledir:

- Sıcaklıkla taneciklerin büyüklüğü değişir.
- Hal değişimi sırasında molekül içi bağların uzunlukları değişir [56].

Canpolat ve diğerleri (2004) kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramalar ile ilgili literatür araştırmaları elektrokimya, asit-baz ve maddenin tanecikli yapısı konularını içermektedir. Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili kavram yanlışlarından bazıları şöyledir:

- Bir maddeyi oluşturan atom ya da moleküller, o maddenin özelliklerini göstermektedir (atomların da renkli olabileceği, iletkenlik gösterebileceği... vb).
- Madde sürekli bir yapıya sahiptir ve atom ya da moleküller arasında boşluk yoktur.
- Atomlar ve moleküller makroskobik özelliklere sahiptir.
- Bir maddenin hal değişimi esnasında, atomların büyüklüğünde, şeklinde ve ağırlığında değişiklikler olur.
- Madde ısıtıldığında atomlar genişir [57].

Kind (2004) bazı kimya kavramları ile ilgili yaptığı literatür taramasında maddenin tanecikli yapısı hakkındaki kavram yanlışlarına da yer vermiştir. Bu konudaki kavram yanlışlarından bazıları şöyledir:

- Tanecikler hallerini (katı ile sıvı) değiştirebilirler; patlayabilir, yanabilir, genleşebilir, biçim ve rengini değiştirebilirler.
- Tanecikler arasında toz ve diğer tanecikler, oksijen ve azot gibi diğer gazlar, hava, kir, mikroplar; bir sıvı, bilinmeyen buharlar olabilir.
- Tanecikler birbirine yakın olarak bulunurlar. Onlar arasında boşluk yoktur [58].

Papageorgiou ve Johnson (2005) tanecik düşüncesinin öğrencilerin çözünme olgusunun anlaşılmasına engel mi yoksa yardımcı mı olduğu konusunda Yunanistan'daki bir kasaba okulunda öğrenim gören 10-11 yaşlarında toplam 39 ilköğretim öğrencisi ile çalışmışlardır. Hal değişikliği ve çözünme ile ilgili iki plan araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Tanecik düşüncesini içeren plan 12 ders saati P grubunda, tanecik düşüncesini içermeyen diğer planda 10 ders saati X grubunda takip edilmiştir. Hazırladıkları plan aşağıdaki maddeleri içermektedir:

- Özellikleri ve materyal/nesne ayırt etme,
- Maddeyi tanımlama,
- Tanecik modeli (sadece grup P için),
- Maddenin 3 hali,
- Karışma ve karışmama (karışımların ayrılması, filtre ve damıtma; hava, gaz fazındaki maddelerin karışımı)

Araştırmacılar öğrencilerin bir kısmı ile öğretim öncesi (bir hafta önce) ve öğretim sonrasında (1 ay sonra) görüşmeler yapılmışlardır. Öğrencilerin çözünme konusu ile ilgili kavram yanlışları şöyledir:

- Şeker görünmez çünkü taneciklerinin her biri diğerinden ayrılır.
- Şeker su içinde dağılır ve bu yüzden görünemez.
- Şeker su içinde erir ve bu yüzden su gibi bir sıvı olarak görünemez.
- Şeker gözden kaybolur ve bu yüzden görünemez. Sadece su içindeki kalıntılarının tadı alınır.

Öğretim sonrasında X grubundaki öğrencilerin şeker ve suyu bir karışım olarak tanımlamalarının %75'den %83'e yükseldiği, P grubundaki öğrenciler için de %50'den %100'e ulaştığı ve bunların %83'ü nün tanecik düşüncesiyle açıklamalar yaptıkları belirlenmiştir [59].

1.6.3 Kimyasal Bağları Konu Alan Kavram Yanılgıları Çalışmaları

Yılmaz ve Morgil (2001) üniversite 2. sınıf ve 4. sınıf öğrencilerinde kimyasal bağlar konusundaki kavram yanılgıları belirlemek amacıyla toplam 76 öğrenciye 12 çoktan seçmeli sorudan oluşan bir test uygulamışlardır. Öğrencilerde belirlenen kavram yanılgılarından bazıları şöyledir:

- Lewis kuramı, iyonik ve kovalent bağlı molekül ve çok atomlu iyonların geometrik yapılarını veya şekillerinin açıklamada tamamen yeterlidir.
- Rezonans, bir yapıda hem yük merkezi oluşumuna hem de delokalize yüke neden olur.
- CO₂ molekülü polardır, çünkü açısalıdır.
- X₂Y bileşiği (₁X, ₁₆Y) apolar ve molekül içi bağlar apolardır [60].

Ünal ve diğerleri (2002) lise öğrencilerinin kimyasal bağlarla ilgili yanılgılarını belirlemek amacıyla 120 lise 3. sınıf öğrencisine 20'si çoktan seçmeli, 5'i açık uçlu soru olmak üzere toplam 25 soruluk bir test uygulamışlardır. Öğrencilerde belirlenen kavram yanılgılarından bazıları aşağıda verilmiştir:

- Sıcaklık arttıkça moleküller birbirlerinden uzaklaşacağından bağ açısı ve bağ uzunluğu artar.
- Gaz haline doğru gidildikçe moleküller birbirinden uzaklaşacağından bağ açısı ve bağ uzunluğu artar.
- Basınç arttıkça moleküller sıkışacağından bağ açısı ve bağ uzunluğu artar.
- Sıcaklık arttıkça bağlar zayıflayacağından bağ uzunluğu artar [61].

Can ve Harmandar (2004) Muğla Üniversitesi Eğitim Fakültesindeki fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği programında okuyan toplam 75 öğrenciye kimyasal bağ, iyonik bağ, kovalent bağ, metalik bağ, bağ polarlığı ve molekül

polarlığı kavramlarını içeren 21 soruluk çoktan seçmeli bir test uygulamışlardır. Öğrencilerde belirlenen kavram yanlışlarından bazıları şöyledir:

- HCl bileşiğinde (${}^1\text{H}$, 1A; ${}^{17}\text{Cl}$, 7A) H ve Cl atomları arasındaki bağ iyonik bağdır, çünkü; hidrojen ile klor arasında bağ oluşurken hidrojen bir elektronunu klora verir.
- İki atom arasında meydana gelen kovalent bağda, bağ elektronları yeni ve tek bir orbitalde hareket ederler, çünkü kovalent bağda elektronlar, atomik orbitallerinin örtüşmesinden oluşan yeni bir orbitalde dolaşırlar.
- Metallerin elektrik ve ısı iletkenliklerinin yüksek oluşu, metal bağının bir sonucudur, çünkü metallerin en dış yörüngelerindeki elektronlar serbestçe hareket edemezler.
- CHCl_3 ve CH_4 moleküllerinin ikisi de polardır, çünkü sadece molekülü meydana getiren atomların elektronegativiteleri aynı olan moleküller apolardır [62].

Ürek ve Tarhan (2005) lise 1. sınıf öğrencilerinin kovalent bağlar konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının etkisini araştırmışlardır. Öncelikle araştırmacılar öğrencilerin kovalent bağlar konusundaki var olan kavram yanlışlarını belirlemişlerdir. Bu amaçla 32 öğrenciye 9'u çoktan seçmeli, 5'i açık uçlu olmak üzere 14 soruluk bir test uygulamışlar ve veriler doğrultusunda hazırladıkları materyali konunun öğretiminde kullanmışlardır. Öğrencilerde belirlenen kavram yanlışlarından şöyledir:

- HCl iyonik yapı bir bileşiktir.
- Azot elementi beş bağ yaparak kovalent bir molekül oluşturur.
- Kovalent bağ, iki ametal arasında elektron alış-verisi sonucu oluşur.
- Moleküller, apolar kovalent bağlı ise yüksüz, polar kovalent bağlı ise yüklüdür.
- Molekül, aynı cins atomların kovalent bağla; bileşik ise farklı cins atomların iyonik bağla oluşturdukları en küçük birimdir.
- Hidroksil iyonunda oksijen ve hidrojen arasında ikili kovalent bağ olmalıdır [63].

Yaptığımız çalışma çözeltiler konusunu; tanecik boyutu, çözeltilerin özellikleri, çözünme olgusu, bağ özellikleri açısından ele almaktadır. Bu nedenle literatürde daha önceden sadece bu konularla ilgili yapılan çalışmalarda bulunan kavram yanlışları verilmiştir.

Literatürde de üniversite düzeyindeki öğrencilerle benzer kavramlar çalışılmış olmasına rağmen, bu çalışmada farklı olarak üniversite düzeyindeki öğrencilerin; kavramın tanımıyla matematiksel formülü arasında ilişki kurarken, kavramları tanımlarken ve görselleştirirken, grafiksel verileri ifadeye dönüştürürken, maddelerin makro ve mikro boyutta özelliklerini karşılaştırırken, saf maddelerin ve çözeltilerin özelliklerini karşılaştırırken ortaya çıkan kavram yanlışları araştırılmıştır.

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın planlanması, uygulanması ve sonuçlanması aşamaları açıklanmaktadır.

2.1 Planlama

2.1.1 Konu Seçimi

Çözeltiler konusu ilköğretim düzeyinde başlayarak ortaöğretim ve yüksek öğretimde de işlenen bir konudur. Fakat öğrencilerin yüksek öğretimde bile bu konu ile ilgili çok fazla kavram yanılgılarının olduğu gerek ders işlenişi sırasında gerekse sınavlarda verdikleri cevaplardan anlaşılmıştır. Bu durum konunun seçilmesinde etkili olmuştur.

2.1.2 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 [64].

2.1.3 Örneklem

2006 – 2007 öğretim yılı, bahar yarıyılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi; Fen Bilgisi, İlköğretim Matematik, Kimya ve Bilgisayar Teknolojileri Öğretmenliği öğrencileriyle, Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde öğrenim gören 416 öğrenci bu çalışmanın örneklemine oluşturmaktadır.

2.2 Veri Toplama Araçları

2.2.1 Anket Formu

Çalışmada kullanılan sorular daha önceki yıllarda “Çözeltiler” konusunun işlenmesi sırasında ve yapılan sınavlarda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları neticesinde oluşturulmuştur.

Araştırma öncesinde öğrencilerde “Çözeltiler” konusu ile ilgili var olduğu düşünülen kavram yanlışları belirlenmiş ve bu kavram yanlışları ortaya çıkaracak sorular hazırlanmıştır (EK A). Aşağıda “Çözeltiler” konusu içerisinde yer alan ve öğrencilerdeki kavram yanlışlarının araştırıldığı kavramlar ve bu kavramlarla ilgili anketteki soru numaraları verilmiştir:

- Yoğunluk
 - saf maddelerin yoğunluğu (1a)
 - çözeltilerin yoğunluğu (1b)
- Çözeltilerin özellikleri
 - doymuş ve aşırı doymuş çözelti (2)
- Tanecikli yapı
 - saf maddelerin ve çözeltilerin tanecikli yapısı (3)
- Çözünürlük
 - çözünürlük-sıcaklık ilişkisinde çözelti özellikleri (4)
- Çözünme
 - çözünme hacim ilişkisi (5a, 5b)

2.2.1.1 Kapsam Geçerliliği

Kapsam geçerliği, bir bütün olarak testin ve testteki her bir maddenin amaca ne derece hizmet ettiği [65].

Ankette yer alacak sorular hazırlandıktan sonra kimya alanında bir profesör, bir yardımcı doçent ve iki araştırma görevlisi soruları incelemiş ve uygun bulmuşlardır.

2.2.2 Görüşme Formu

Öğrencilere uygulanan anketin verileri doğrultusunda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının nedenlerinin ortaya çıkarmak amacıyla öğrencilerle ikili görüşmeler yapılmıştır. Verilerin geçerliliğini etkilememesi ve veri kaybı olmaması amacıyla öğrencilerle yapılan görüşmeler teyp kaydına alınmış ve bu konuda öğrencilerinde onayı alınmıştır. Görüşmeler yapı bakımından yarı yapılandırılmıştır [66]. Görüşmeler öncesinde kavram yanlışları bulunan öğrencilere sorulacak sorular belirlenmiş (EK C), 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' dk sürmüştür.

2.3 Anketin Uygulanması

Bu çalışma Genel Kimya dersi kapsamında “Çözeltiler” konusu işlendikten bir hafta sonra araştırmacılar tarafından bizzat uygulanmıştır. Soruların cevaplanmasında zaman kısıtlaması yapılmamıştır. Ankette yer alan her sorunun devamında öğrencilerin verdikleri cevapları mümkün oldukça ayrıntılı açıklamaları istenmesinin yanı sıra sözlü olarak da özellikle anketin uygulanması esnasında tekrar edilmiştir.

2.4 Verilerin Analizi

Öğrencilerin anketteki sorulara verdikleri cevapların analizinden önce soruların doğru cevapları belirlenmiştir (EK B).

Öğrenci sayısının fazla olması nedeniyle her öğrenciye sınıf kodları ve numaraları verilmiştir. Verilerin analizinde içerik analizi dikkate alınmıştır [67]. Cevapları gruplandırmak ve kavram yanlışlarını seçmek amacıyla kategoriler oluşturulmuştur. Bu kategoriler belirlenirken literatürden de faydalanılmıştır [68]. Öğrencilerin yanıtlara ait kategoriler her soru için farklı olmakla birlikte genel olarak 5 grupta toplamıştır. Bu kategoriler ve açıklamaları Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1 : Ankette Yer Alan Genel Kategoriler

Kategoriler	Kategorilere Ait Açıklamalar
Doğru	Soruya verilebilecek tam doğru cevap.
Kısmi kavram yanlışlığı	Cevap doğru açıklama yanlış veya cevap yanlış açıklama doğru.
Kavram yanlışlığı	Bilimsel olarak doğru olmayan ancak öğrenci tarafından doğru olduğu düşüncesiyle verilen cevap.
Cevapsız	Boş, hiç fikrim yok, yorum yapamayacağım şeklinde verilen cevap.
İlişkilendirememe	Konu ile alakasız, anlamı olmayan cevap.

Ayrıca anketteki soruların kuruluşları farklı olduğundan verilerin analizinden önce iki alan uzmanıyla birlikte uygun kategoriler oluşturulmuştur. Aşağıda her soru için belirlenen kategoriler verilmiştir:

1. soru: Doğru, Kavram Yanlışlığı, Birim Çevirme Hataları, Cevapsız ve İlişkilendirememe.
- 2., 4. ve 5. soru: Doğru, Kısmi Kavram Yanlışlığı, Kavram Yanlışlığı, Cevapsız ve İlişkilendirememe.
3. soru (saf maddeler için): Sembolik, Tanecikler arası uzaklık, Sürekli yapı, Molekül şekli, Makro boyut, Cevapsız ve İlişkilendirememe.
3. soru (karışımlar için): Sembolik, Sürekli yapı, Molekül şekli, Heterojen gösterim ve Cevapsız.

3. BULGULAR

3.1 Birinci Sorunun Değerlendirilmesi

Birinci soru iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda (a şıkkı) öğrencilerden, kütlesi ve hacmi verilen saf suyun yoğunluğunu bulmaları istenmiştir. Bu sorunun amacı; ikinci kısımdaki (b şıkkı) soruya zemin hazırlamak ve verdikleri cevapları karşılaştırmaktır. Aşağıdaki tabloda öğrencilerin verdikleri cevapların yüzdeleri kategorilere göre verilmiştir.

Tablo 3.1a: Birinci sorunun a şıkkının değerlendirilmesi.

Sınıflar	Doğru* %	Kavram yanılgısı %	Birim çevirme hataları** %	İlişkilendirememe*** %
FBÖ 1	12	0.80	0.30	-
FBÖ 4	14	0.20	0.95	0.25
KE 1	6.0	0.40	0.30	-
KE 5	4.0	-	-	-
KB 1	15	-	0.75	-
KB 4	13	0.40	0.50	-
İMÖ 2	17	-	0.70	-
BÖTE 3	13	0.20	-	0.25
Toplam	94	2.0	3.5	0.50

* Doğru kategorisine; suyun yoğunluğunu doğru olarak hesaplayan öğrenciler alınmıştır.

** Birim çevirme hatalarında işlemi doğru yaptığı halde sadece birimleri çevirmede hata yapan öğrenciler alınmıştır. Bu öğrenciler doğru kategorisine alınmamıştır. “ $d = 0.0495/0.005 = 9.90\text{kg/L}$ ” (50mL = 0,005L olarak yanlış çevrilmiş).

*** İlişkilendirememe kategorisinde “ $d = 0.5/50 = 0.01\text{g/cm}^3$ ” (burada 0,5 olarak yazılan rakam soruda kullanılmamaktadır, kullanılan rakam 49,5g olmalıydı).

Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplardan belirlenen kavram yanılgıları yoğunluk tanımları konusundadır. Öğrencilerden bir tanım istenmediği halde, bazıları yoğunluğu “birim hacimdeki madde miktarı” şeklinde tanımlamakta, bazıları ise saf suyun yoğunluğunun her zaman aynı olacağını ($d = 1\text{g/cm}^3$) belirtmektedirler. Öğrencilerle yapılan ikili görüşmelerde bu sonucu desteklemektedir.

Birinci sorunun ikinci kısmında, hacmi verilen tuzlu-su çözeltisinde, tuzun ve suyun kütleleri verilmiş, öğrencilerden bu çözeltinin yoğunluğunu bulmaları istenmiştir. Bu soru çözeltilerin yoğunluğunun bulunması konusunda öğrencilerde bulunan kavram yanlışlarını test etmektedir.

Tablo 3.1b: Birinci sorunun b şikkının değerlendirilmesi.

Sınıflar	Doğru* %	Kavram yanılgısı %	Birim çevirme hataları** %	Cevapsız %	İlişkilendirememe *** %
FBÖ 1	12	0.20	0.20	0.20	0.20
FBÖ 4	13	1.0	0.95	-	0.40
KE 1	5.0	1.6	-	0.20	-
KE 5	3.0	0.80	-	0.20	-
KB1	14	0.80	0.20	1.1	-
KB 4	10	1.2	0.20	1.2	1.2
İMÖ 2	15	1.2	0.95	-	0.20
BÖTE 3	11	0.20	1.5	1.1	-
Toplam	83	7.0	4.0	4.0	2.0

* " $d = 59,5/51 = 1.16g/mL$ " şeklinde cevap yazanlar doğru kabul edilmiştir.

** " $d = 0.0595/0.0051 = 11,66$ " şeklinde hesaplama yapan öğrenciler bu kategoride yer almaktadır.

*** "%16,806 tuz" (soruda yüzde istenmiyor).

Bu soruda öğrencilerin verdikleri cevaplardan çıkarılan kavram yanlışları;

- çözelti yoğunluğunu hesaplarken sadece tuzun veya suyun kütlelerinin kullanılması, (% 5)

" $d = m \text{ tuz} / V \text{ çözelti} = 10g/51ml$ " " $d = 49.5/51 = 116.7$ "

- saf madde olmadığından yoğunluğunun bulunamaması, (% 0.5)

"Yoğunluğu bulamayız çünkü sıvımız saf değil."

- karışım ile çözelti kavramları arasındaki ilişkinin kurulamaması, (% 0.3)

"Çözeltilerin yoğunluğu bulunamaz. Yoğunluk bir madde için ayırt edici bir özelliktir. Çözeltiler için bu geçerli değildir. Ama karışımların yoğunluğu bulunabilir. $d_k = m_1 + m_2 / V_1 + V_2$ "

- yoğunluğu hesaplamada formüllerin yanlış kullanılması, (% 0.7)

$$"2d_1.d_2/d_1+d_2= 2x0.99x0.1/1.99=0.099g/ml"$$

- tuzun ve suyun yoğunluklarının ayrı ayrı hesaplanması (% 0.5)

$$"d_{tuz}=10/1=10g/ml \quad d_{su}=0.99gr/ml \quad d_{\text{çöz}}= 10+0.99= 10.99gr/ml "$$

şeklinde belirlenmiştir.

Çözeltinin yoğunluğunu hesaplamada sadece tuzun kütlesini kullanan M₂₂₋₃₇ kodlu öğrenci yapılan görüşmede *“yoğunluğu bulurken buradaki suyu dikkate almamışım çünkü çözelti katı bir maddenin sıvı bir madde de çözünmesi ile oluşturuyor diye düşündüm”* şeklinde bir açıklama yapmıştır. Çözelti ve karışım kavramları arasındaki ilişki konusunda bir öğrenci *“çözeltilerin yoğunluğu bulunamaz. Yoğunluk bir madde için ayırt edici bir özelliktir. Çözeltiler için bu geçerli değildir. Ama karışımların yoğunluğu bulunabilir.”* şeklinde bir açıklama yazmıştır.

3.2 İkinci Sorunun Değerlendirilmesi

İkinci soruda çözünen madde molekülerinin tanecik boyutunda gösterildiği 3 çözeltiye ait şekiller verilerek öğrencilerden *“doymuş”* ve *“aşırı doymuş”* kavramlarını şekillerle eşleştirmeleri ve nedenlerini yazmaları istenmiştir. Bu soruda amaç öğrencilerin tanecik boyutunda çözeltilerin özellikleri hakkındaki bilgilerini şekiller üzerinde test ederek var olan kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaktır.

Tablo 3.2: İkinci sorunun değerlendirilmesi

Sınıflar	Doğru* %	Kısmi kavram yanılgısı** %	Kavram yanılgısı %	İlişkilendirememe *** %
FBÖ 1	2.0	0.70	9.0	1.2
FBÖ 4	5.0	0.50	10	0.20
KE 1	2.0	-	4.0	0.40
KE 5	0.50	0.50	3.0	-
KB1	5.0	0.50	10.	0.20
KB 4	0.50	1.0	12.5	-
İMÖ 2	9.0	1.4	7.0	0.20
BÖTE 3	9.0	-	4.5	0.20
Toplam	33	4.6	60	2.4

* Birinci ve ikinci şekil için doymuş üçüncü şekil için aşırı doymuş şeklinde cevap veren ve doymuş çözeltiler için "çözebileceği max maddeyi çözmüş", aşırı doymuş çözelti için ise "çözebileceği max miktardan fazlasını çözmüş" şeklinde cevap veren öğrenciler bu kategoride yer almaktadır."

** III şekil: Aşırı doymuş "çözebileceği max maddeyi çözmüş"(Şekillerle çözelti özelliklerini doğru eşleştiren fakat yaptıkları açıklamaları yanlış olan öğrenciler) II şekil: Aşırı doymuş "çözebileceğinden daha fazla madde çözmüştür." (çözelti özelliklerini yanlış belirledikleri halde tanımlamaları doğru olan öğrenciler).

*** "I:Doymamış: daha fazla çözebiliyor ki doymamış" (soruda doymamışlık kavramı verilmediğinden şekillerle eşleştirme yapılmamalıdır).

Öğrencilerin verdikleri cevaplar sonucunda belirlenen kavram yanılgıları:

- Dibinde katısı bulunan çözeltileri aşırı doymuş olarak ifade edilmesi (% 57.5),
"Çözebileceğinden fazlası kabın dibine çökmüş, çözünmemiş."
- Erime ve çözünme kavramlarının birbiri yerine kullanılması (% 0.2),
"II: Doymuş çözelti: A katısı su içerisinde çözülebileceği kadar çözünmüştür ve katının geri kalını erimemiştir."
- Seyreltik doymuş ve seyreltik doymamış kavramlarının birlikte kullanılması (% 0.4),
"I: Seyreltik(doymamış) çözelti: "Yeterince madde çözünmüş."
- Çözünme olayının sadece endotermik olarak gerçekleştiğinin düşünülmesi (% 1.2),

“Aşırı doyurma sıcaklık yükseltilecek yapıldığından sıcaklık düşürüldüğünde dibe çökmektedir.”

- Basıncın katıların çözünürlüğünü artıracak olduğunu düşünülmesi (% 0.7),
“Basınç veya sıcaklıkla oynanırsa daha da çözebilir.”
şeklindedir.

Öğrencilerin %52'si ikinci şekil için **aşırı doymuş** kavramını kullanarak bu durumu *“çözebileceğinden fazlası kabın dibine çökmüş, çözünmemiş”* şeklinde açıklamışlardır. Bu konuda görüşme yapılan öğrencilerden biri (B₃₁-10) *“çözebileceği madde miktarından daha fazlasını çözmüş daha sonra kararsız olduklarından sonuçta çökelti oluşmuştur.”* şeklinde durumu açıklarken bir başka öğrenci (F₁₁-27) *“çözeltide çözücünün çözebileceğinden daha fazla madde vardır bu yüzden aşırı doymuştur.”* şeklinde bir açıklama yapmıştır.

Birinci şekil için seyreltik-doymamış kavramlarını birlikte kullanan bir öğrenci *“yeterince madde çözünmüş”* açıklamasında bulunmuştur. Üçüncü şekille ilgili olarak bir öğrenci *“daha fazla tanecik var ama aynı şartlarda olduğu için doymuştur”* ifadesini kullanmıştır.

3.3 Üçüncü Sorunun Değerlendirilmesi

Bu soruda; öğrencilerin saf maddeleri ve çözeltileri tanecik boyutunda nasıl düşündüklerini anlamak için öğrencilere çizimler yaptırılmış ve yaptıkları çizimleri de nedenleri ile birlikte açıklamaları istenmiştir. Bu soru da amaç öğrencilerin tanecik kavramları ile ilgili var olan zihinsel şemalarını test ederek ne tür kavram yanlışlarının olduğunu ortaya çıkarmaktır.

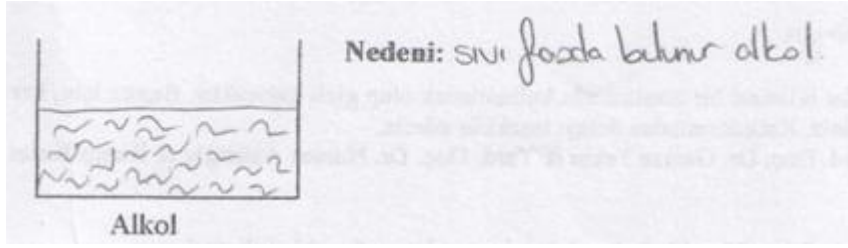
Öğrencilerden istenen sistemlerden ilk üçü saf maddeler için, diğer ikisi ise bu saf maddelerden oluşacak çözeltiler içindir. Öncelikle öğrencilerin tanecik boyutunda saf maddeleri gösterirken bu maddeleri birbirleri ile olan ilişkisine dikkat edip etmediklerinin saptanması ve bu konuyla ilgili kavram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

Tablo 3.3a: Üçüncü sorunun değerlendirilmesi (saf maddeler)

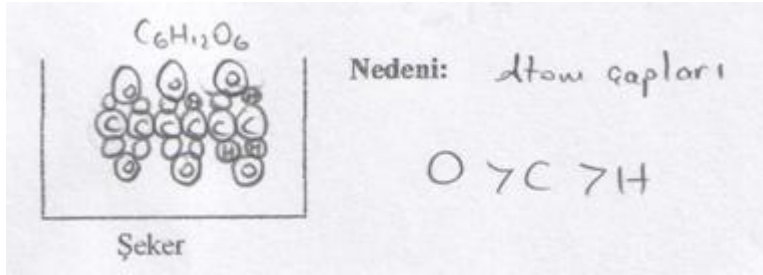
Sınıflar	Sembolik gösterim %		Tanecikler arası uzaklık* %		Sürekli Yapı %			Molekül şekli %		Makro boyut* %		Cevapsız %	İlişkilendirememe %
	Aynı	Farklı	Dikkat etme	Dikkat etmeme	Alkol	Su	Şeker	Geometrisi	Formülü	Yığın	İki Boyut		
FBÖ 1	4.0	7.0	9.0	2.0	1.0	0.40	-	0.70	0.50	2.4	0.70	0.20	-
FBÖ 4	7.0	8.0	12	2.0	-	-	-	0.50	-	2.0	1.7	0.20	0.25
K.E. 1	1.0	2.0	2.0	1.0	2.4	2.0	0.20	-	-	1.0	0.7	0.20	-
K.E. 5	2.0	1.0	3.0	1.0	0.20	-	-	0.70	0.25	-	-	-	-
KB1	5.0	6.0	7.0	3.0	2.2	4.0	1.0	0.50	-	2.0	2.0	1.4	0.25
KB 4	2.0	8.0	5.0	6.0	1.0	2.0	-	2.0	0.25	2.0	0.4	0.50	0.25
İMÖ 2	6.0	9.0	11	4.0	0.20	-	-	0.70	-	3.2	2.0	2.0	-
BÖTE 3	7.0	6.0	7.0	3.0	2.0	2.0	0.70	0.20	-	2.4	0.70	0.50	0.25
Toplam	34	47	56	22	8.4	10.4	1.9	5.3	1.0	15	8.2	5.0	1.0

*Şekillerde yığın oldukları anlaşılmayan fakat açıklamalarında “*kabın tabanında toplanır*” gibi ifadeler kullananlar, makro boyut düşündükleri için yığın kabul edilmiştir. Tanecikler arası uzaklık kategorisinde katı-sıvı maddeler arasındaki tanecikler arası boşluklara dikkat edilip edilmediği incelenmiştir. Belirgin fark olmayan veya açıklamaların bu fark belirtilmeyenler hariç tutulmuştur.

Öğrenci çizim ve açıklamaları analiz edilirken öncelikle taneciklerin gösterimi için kullanılan sembollerin farklı olmasına dikkat edip etmedikleri, katı ve sıvı maddelerin çizimlerinde tanecikler arası uzaklıkları dikkate alıp almadıklarına bakılmıştır. Bunlar dışında tanecikleri sembollerle göstermeyen öğrencilerin çizimleri ise sürekli yapı, molekül şekli veya makro boyut kategorilerine ayrılmıştır. Dolayısıyla bir öğrenci birden fazla kategori içerisinde yer almaktadır.

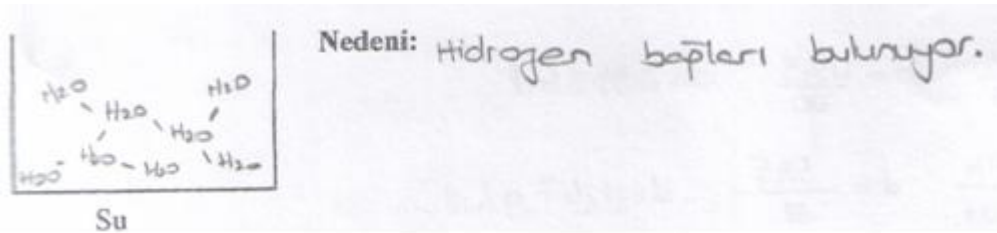


Şekil 3.3a₁: Alkolü sürekli yapıda gösterme.



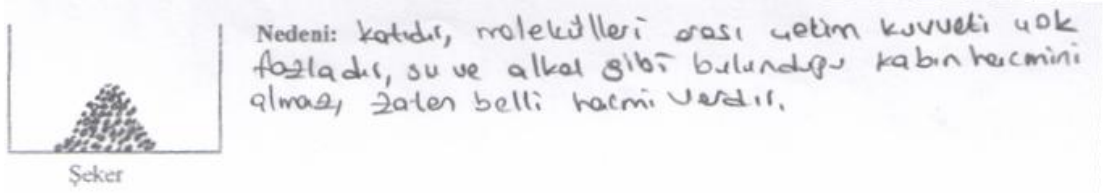
Şekil 3.3a₂: Şeker taneciklerini molekül geometrileri şeklinde gösterme.

Öğrencilerde belirlenen yanılgılardan biri de, verilen saf maddelerin taneciklerini göstermede moleküllerin formüllerini kullanmalarıdır.

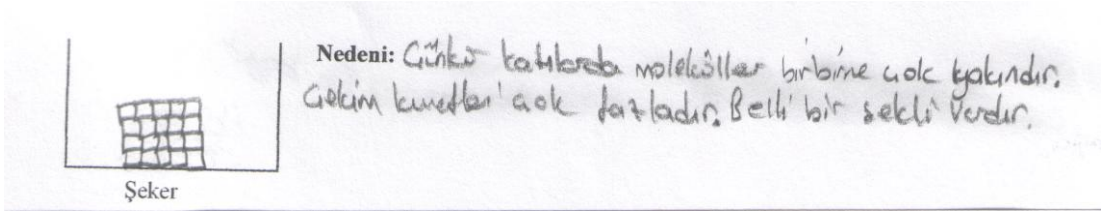


Şekil 3.3a₃: Su taneciklerini molekül formülleri şeklinde gösterme.

Öğrencilerde görülen diğer bir yanlış ise maddeleri tanecik boyutunda değil de yığın şeklinde göstermeleridir. Bu konuda bir öğrenci “şeker katı olduğundan tanecikler birbirine oldukça yakın olacaktır. Kabin tabanına dağılmazlar.” şeklinde bir açıklama yazmıştır. Ayrıca öğrencilerin şeker taneciklerini iki boyutta gösterdikleri de görülmektedir.



Şekil 3.3a4: Şeker taneciklerini yığın şeklinde gösterme.



Şekil 3.3a5: Şeker taneciklerini iki boyutta gösterme.

Bu soruda öğrencilerin molekülleri katı veya sıvı olarak düşündükleri görülmüştür. Bu durumla ilgili olarak bir öğrenci “şekeri ufak katı moleküller olduğu için böyle çizdim” şeklinde bir açıklama yazmıştır.

Öğrencilerin yazdığı açıklamalardan tanecikler arasındaki boşluklar konusunda şekerin katı olmasından dolayı aralarında boşluk olmayacağını veya tanecikler arasındaki boşluklarda hava olduğunu ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin tanecik kavramını çok iyi bilmedikleri; “şeker molekülleri bir araya gelerek tanecikleri oluşturur” ve “su moleküller halinde bulunduğu için tanecikler halinde bulunamaz” şeklinde verdikleri cevaplardan da anlaşılmaktadır.

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

Tanecikleri gösterirken öğrenciler çeşitli şekiller kullanmışlardır. Örneğin nokta şeklinde gösterim yapan bir öğrenci, “*alkol ve su sıvıdır, sıvılar bu şekilde gösterilir.*”; şeffaf gösterim yapan bir başka öğrencide “*alkol ve su homojen görünümlü olduğundan taneciklerini göremeyiz*”; su için çizgi şeklinde gösterim yapan bir öğrencide “*kitaplarda böyle gösteriyor.*” şeklinde açıklamalar yazmışlardır. Bunların dışında tanecikleri zincir veya harflerle gösteren öğrencilerde vardır. Tanecikleri gösterirken öğrencilerin büyük bir çoğunluğu yuvarlak ile göstermeyi tercih etmişlerdir. Yapılan ikili görüşmelerde bunun bir sebebi olup olmadığı sorulduğunda öğrencilerin çoğunluğu belli bir nedeni olmadığını veya gerek kitaplarda gerekse derslerde genellikle böyle gösterildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin atom, molekül, iyon, bileşik ve element gibi kavramları karıştırdıkları ve birbirleri yerine çok sık kullandıkları yapılan görüşmelerde de anlaşılmıştır. Bu konuda “tanecik dendiğinde ne anlıyorsunuz” sorusuna K₁₂-22 kodlu öğrenci “*aklıma atomun yani elementin tek halde bulunması, element geliyor.*” şeklinde cevap vermiştir.

Öğrencilerin %19’u alkol, su ve şekeri aynı büyüklükte, bazı öğrenciler ise bu tanecikleri birbirlerine oranla farklı büyüklüklerde göstermişlerdir. 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 M₂₂-28 kodlu öğrenci “*şekerin yapısını bilmediğim için sadece su ve alkolü karşılaştırdım, alkolü C₂H₅OH olarak aldım ve bir mol atomda bunlar varsa H₂O’dan daha büyüktür dedim*” şeklinde açıklamıştır. Bunun yanı sıra tanecik büyüklüğünü direk molekül kütleleri ile ilişki kuran bir öğrenci “*suyun molekül ağırlığı alkole göre daha küçük olduğu için alkolden daha küçüktür.*” şeklinde bir açıklama yazmıştır. M₂₁-23 kodlu bu öğrenci ile yapılan görüşmede yaptığı bu açıklamanın 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 düşündüm.” şeklinde bir cevap vermiştir.

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

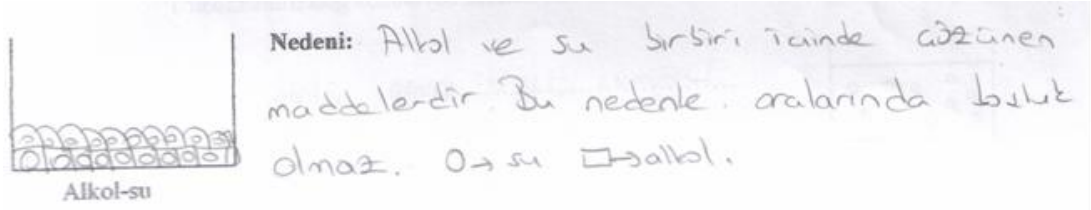
Üçüncü sorunun son iki sisteminde çözeltiler yer almaktadır. Bunların aynı soruda yer alan ilk üç sistemdeki saf maddelerin tanecik gösterimlerini destekler nitelikte olup olmadıkları, ayrıca bu sistemlerle oluşan çözeltilerin özelliklerini dikkate alıp almadıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 3.3b: Üçüncü sorunun değerlendirilmesi (karışımlar)

Sınıflar	Sembolik Gösterim %					Sürekli yapı %		Molekül şekli %		Heterojen gösterim %		Cevapsız %
	Aynı	Farklı	Biri görünmez			Alkol-su	Şeker-su	Geometrisi	Formülü	Alkol-su	Şeker-su	
			Alkol	Su	Şeker							
FBÖ 1	3.0	7.0	-	1.2	-	0.25	-	1.0	0.25	0.25	-	0.50
FBÖ 4	5.0	9.0	0.50	0.50	-	1.0	0.50	-	-	1.0	0.25	0.20
KE 1	0.50	3.0	-	1.4	0.50	2.5	1.7	-	-	0.25	0.25	-
KE 5	1.0	2.0	0.50	-	0.20	-	-	0.50	0.25	-	-	-
KB1	3.0	6.0	-	3.6	0.70	2.0	2.0	0.25	-	1.0	0.25	1.80
KB 4	1.0	8.0	-	1.0	0.70	2.0	2.0	1.0	-	2.0	1.4	1.0
İMÖ 2	5.0	10	-	0.30	0.50	0.25	0.30	0.25	-	-	-	2.0
BÖTE 3	5.0	7.0	-	1.0	-	2.0	1.0	-	-	0.50	-	0.50
Toplam	23	52	1.0	9.0	2.6	10	7.5	3.0	0.50	5.0	2.0	6.0

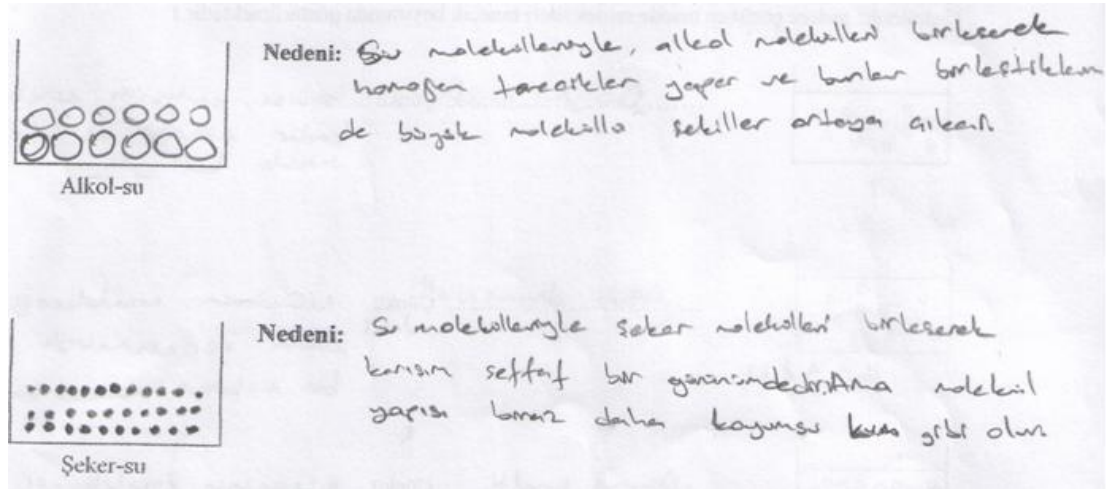
(Tablo 3.3a'nın okunmasında belirtilen kriter bu tablo için de kullanılmıştır.)

Bu kısımda öğrencilerin saf maddelerin gösterimlerinden farklı olarak çözeltilerin taneciklerini iç içe veya ikisi bir tanecik şeklinde gösterdikleri belirlenmiştir.

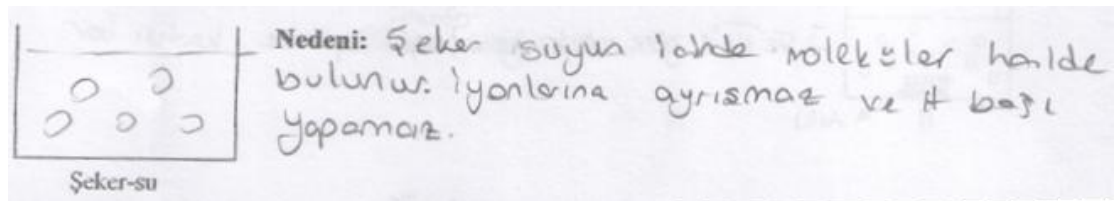


Şekil 3.3b₁: Alkol-su karışımında tanecikleri iç içe gösterme.

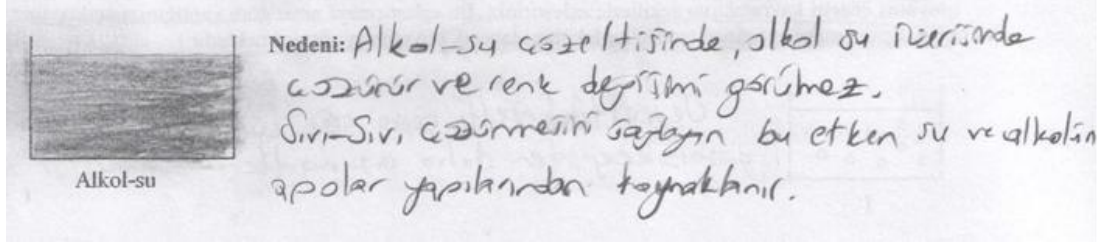
İç içe gösterim yapan öğrenciyle (K₁₂-23) yapılan ikili görüşmede öğrenci “ikisi birbiri içinde çözüldüğü için birbiri içerisindedir, zaten orada homojen bir karışım oluşturuyorlar” şeklinde bir açıklama yapmıştır.



Şekil 3.3b₂: Karışımlardaki taneciklerin ikisini tek tanecik olarak gösterme.

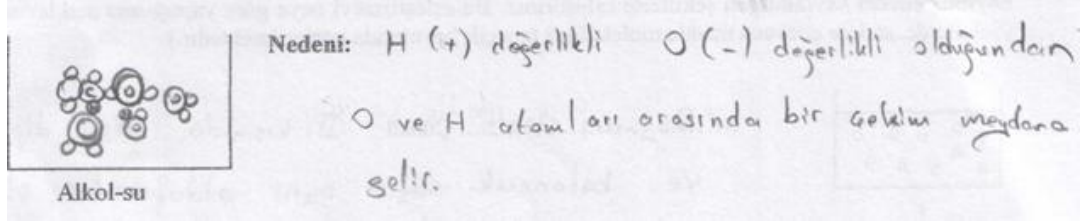


Şekil 3.3b₃: Şeker-su karışımında suyu görünmez olarak gösterme.

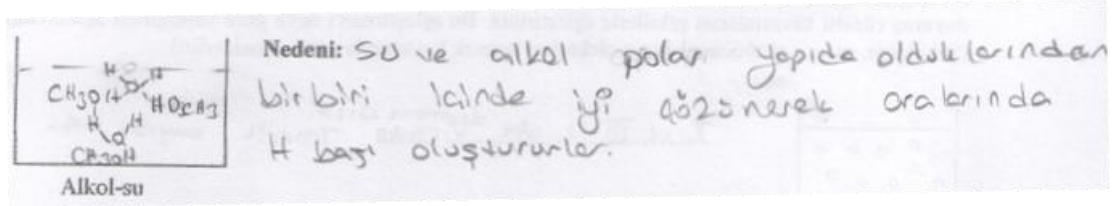


Şekil 3.3b₄: Alkol-su karışımını sürekli yapıda gösterme.

Öğrencilerin, saf maddelerin gösterimine benzer olarak, karışımları tanecik boyutunda göstermede molekül geometrilerini ve molekül formüllerini kullandıkları da görülmektedir.



Şekil 3.3b₅: Alkol-su karışımında taneciklerini molekül geometrileri şeklinde gösterme.

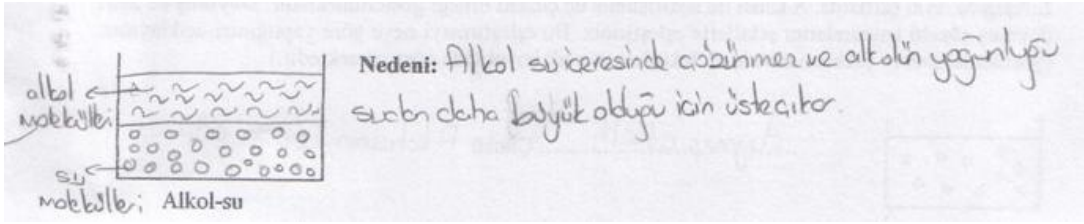


Şekil 3.3b₆: Alkol-su karışımında tanecikleri molekül formülleri şeklinde gösterme.

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

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

Çözeltileri heterojen olarak gösteren 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 3.3b7: Alkol-su karışımını heterojen olarak gösterme.

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 yanlışlarına sahip olmalarının yanı sıra çözünme olayının neden gerçekleştiği konusunu tam olarak açıklayamadıkları görülmüştür.

3.4 Dördüncü Sorunun Değerlendirilmesi

Dördüncü soruda, X katısına ait çözünürlük-sıcaklık eğrisi verilerek grafikte gösterilen noktalara karşılık gelen çözeltilerin özelliklerini ve nedenlerini yazmaları ve yorumlamaları istenmiştir. Bu soru ile, öğrencilerin çözeltiler konusundaki

kavram yanlışları verilen bir çözelti grafiği üzerinde test edilmiştir. Ayrıca grafik okumada yaşadıkları güçlükler de ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3.4: Dördüncü sorunun değerlendirilmesi

Sınıflar	Doğru* %	Kısmi kavram yanılgısı ** %	Kavram yanılgısı %	Cevapsız %	İlişkilendirememe *** %
FBÖ 1	8.0	0.70	4.0	-	1.0
FBÖ 4	9.0	-	4.0	0.25	2.0
KE 1	4.0	-	1.0	0.50	0.20
KE 5	2.0	-	1.0	-	-
KB1	8.0	-	7.0	-	1.0
KB 4	6.0	-	6.0	-	2.0
İMÖ 2	12	0.30	4.0	-	1.0
BÖTE 3	9.0	-	3.0	0.25	2.8
Toplam	58	1.0	30	1.0	10

* "I: Doymamış çözelti, daha fazla madde çözebilir II: Doymuş çözelti, bütün maddeyi çözmüş III: Doymuş çözelti, çözebildiği maddeyi çözmüş geriye çözünmemiş madde kalmış"

** "III: Aşırı doymuş: Çözebileceği max X katısını çözmüş" (grafiğe ait eğrideki I, II ve III noktalarına ait çözelti özelliklerini doğru yazdıkları halde açıklamaları yanlış öğrenciler), "III: Doymamış: Çözebileceğinden daha az madde çözmüş" (grafiğe ait eğrideki I, II ve III noktalarına ait çözelti özelliklerini yanlış yazdıkları halde açıklamaları doğru öğrenciler) öğrenciler yer almaktadır.

*** "I: Katı, II: Homojen katı-sıvı çözelti, III: Sıvı çözelti."

Bu sorunun analizi sonucunda öğrencilerin;

- dilsel yanlışlara sahip oldukları (% 2),
"I: Az doymuş bir çözeltidir". " III: Daha doygun bir çözeltidir.",
- aşırı doymuş çözelti için "madde çöker" şeklinde ifadelerde buldukları (% 15),
"Aşırı doymuştur, madde çöker."
- seyreltik ve doymamış kavramlarını eş değer tuttukları (% 2),
"I: Seyreltik yani doymamıştır."
- sadece eğrinin üzerinde bulunan nokta (II) ve bölgelerde (III) çözünmenin olduğunu düşündükleri (% 4)
"I: 10°C'de 100mL suda çözünen X katısı yok"

- aynı maddenin aynı sıcaklıkta farklı çözünebilirliklere sahip olduklarını ifade ettikleri (% 5)

“I: Çözünürlük 6g/100ml’dir. II: Çözünürlük 10g/100ml’dir. III: Çözünürlük 30g/100ml’dir.”

- çözme ve çözünürlük kavramlarını karıştırdıkları (% 1.5)

“I: Çözünürlüğü en azdır. II: Çözünürlüğü tamdır. III: Çözünürlüğü en yüksektir.”

- çözünürlüğü madde miktarına bağlı olarak düşündükleri (% 1.5)

“ I:Çözünürlük miktarı diğerlerine göre daha azdır.”

görülmüştür.

Bu soruda ayrıca öğrencilerin grafik okumakta zorlandıkları da ortaya çıkmıştır. Bir öğrenci I noktası için “çözünürlük için $10^{\circ}C$ uygun sıcaklık değil, çözünen madde yok.” şeklinde bir açıklama yapmıştır. Yine I noktasında çözünme olmadığı şeklinde cevap veren M₂₂₋₂₇ kodlu öğrenci görüşmelerde bunun sebebi olarak “I. grafiği kesmediği için hiç madde çözünmüyor.” açıklamasında bulunmuş fakat III noktası içinde aynı durumun varlığı sorulduğunda bir açıklama yapamamıştır. III noktası için öğrencilerin verdikleri cevaplardan belirlenen kavram yanlışları ifadelerinden biride “doymuş çözeltilerdir çünkü $10^{\circ}C$ ’de 100mL suda 30g madde çözmüştür.” şeklindedir.

3.5 Beşinci Sorunun Değerlendirilmesi

Beşinci sorunun a şıkkı, öğrencilerin çözünme olayı ve hacim azalması arasındaki ilişkiyi nasıl kurduklarını test etmektedir.

Tablo 3.5a: Beşinci sorunun a şıkkının değerlendirilmesi

Sınıflar	Doğru %	Kavram yanılması %	Cevapsız %	İlişkilendirememe %
FBÖ 1	10	2.0	0.20	1.0
FBÖ 4	8.0	3.0	0.60	2.0
KE 1	4.0	0.70	-	1.0
KE 5	3.0	0.30	-	1.0
KB 1	9.0	3.0	0.40	3.0
KB 4	8.0	2.0	-	5.0
İMÖ 2	14	3.0	0.60	1.0
BÖTE 3	7.0	2.0	0.20	5.0
Toplam	63	16	2.0	19

Öğrencilerin çözümlerdeki hacim azalmasının nedenleri açıklama konusunda en çok kavram yanlışlarının olduğu ifadeler aşağıda gruplandırılarak verilmiştir:

- Etil alkol ve suyun tepkimeye girerek gaz çıkışı meydana getirmesi (% 6),
“Etil alkol ve su reaksiyona girer ve gaz çıkışı (CO_2) olur.”
- Moleküler arası hava boşlukları (% 3),
“Moleküller arasında hava boşlukları bulunur.”
- Alkol ve suyun yoğunluklarının farklı olması (% 3),
“Maddelerin yoğunluk farkından dolayı hacim azalır.”
- Etil alkolün veya suyun iyonlaşması (% 1.4),
“Etil alkol iyonlaşarak çözünür ve bir kısım moleküller birbiri içine girer.”
“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.”
- Çözelti oluşumu sırasında bağların kısılması veya kopması (% 1.2),
“Bağların kısılmasından.”
“Su molekülleri etil alkol molekülleri arasına girerek bağları parçalar ve çözünme gerçekleşir.”

- Kullanılan 100mL alkolün sadece 10mL'sinin suda çözünmesi (% 0.7),
“10ml alkolün su içinde çözünmesinden dolayı 10ml'lik bir fark olacaktır.”
- Etil alkolün taneciklerinin su taneciklerinden daha küçük olması (% 0.7).
“Etil alkol suya göre daha küçük tanecik yapısındadır, karıştırıldığında bir sıkışma meydana gelir.”

Yukarıda verilen kavram yanlışlarından etil alkol ve suyun tepkimeye girerek gaz çıkışı meydana getirmesi ile ilgili öğrencilerle yapılan görüşmede B₃₁₋₃₆ 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.

Beşinci sorunun b şıkkı çözünme olayının nelere bağlı olduğunu test etmektedir. Öğrencilerin bu soru ile ilgili verdikleri cevaplardan çıkarılan sonuçlar Tablo 3.5b’de verilmektedir.

Tablo 3.5b: Beşinci sorunun b şıkkının değerlendirilmesi

Sınıflar	Doğru* %	Kısmi kavram yanlışlığı** %	Kavram yanlışlığı %	Cevapsız %	İlişkilendirememe *** %
FBÖ 1	8.0	0.95	3.0	1.0	0.20
FBÖ 4	3.0	1.0	9.0	2.0	-
KE 1	2.0	0.60	3.0	1.0	-
KE 5	2.0	0.20	1.0	0.3	-
KB 1	8.0	0.95	4.0	2.0	1.0
KB 4	8.0	1.65	3.0	1.0	0.80
İMÖ 2	10	0.20	5.0	1.7	0.50
BÖTE 3	4.0	1.45	5.0	3.0	0.50
Toplam	45	7.0	33	12	3.0

* “ CCl_4 apolar, su polar bir çözücüdür. Bu yüzden çözünme beklenmez toplam hacim 200mL olur”

** “ CCl_4 apolar, su polar olduğundan suda çözünmez, toplam hacim 200mL'den az olur.”

*** “ CCl_4 bir tuz olabilir”

Bu soru ile ilgili öğrencilerde tespit edilen kavram yanlışları çok çeşitli olduğu için, uygun başlıklar altından gruplandırma yapılmıştır.

- Yoğunlukları farklı olduğu için karışmazlar, toplam hacim 200mL olur. (% 0.2)
- CCl_4 'ün yoğunluğu suyun yoğunluğundan büyük olduğundan toplam hacim 200mL'den fazla olur. (% 0.4)
- CCl_4 'ün yoğunluğu suyun yoğunluğundan küçük olduğundan toplam hacim 200mL'den az olur. (% 0.4)
- Boşluklu yapıdan dolayı hacim azalır. (% 11)
- CCl_4 suda çözündüğünden toplam hacim 200mL'den az olur. (% 10)
- Her ikisi de polar olduğundan CCl_4 suda iyi çözünür, toplam hacim 200mL olur. (% 1.2)
- Her ikisi de apolar olduğundan birbirinde çözünür, toplam hacim 200mL'den az olur. (% 0.4)
- CCl_4 ve su arasındaki boşluklarda bağ oluşur ve hacim azalması gözlenir. (% 0.4)
- CCl_4 gaz halinde bir maddedir bu yüzden suyla reaksiyona girmez ve reaksiyona girse bile havaya uçar ve toplam hacim 100mL olur. (% 0.2)
- $CCl_4 + 2H_2O \rightarrow 4HCl + CO_2$ olduğundan birbirinde çözünecektir ve toplam hacim azalır. (% 4)
- CO_2 gazı çıkışı olduğundan toplam hacim 200mL'den daha az olur. (% 3)

M₂₂-10 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.

Bu soruda kısmi kavram yanlışısına sahip öğrencilerin büyük çoğunluğu CCl_4 ve suyun homojen bir şekilde karışmayacağını yani birbirinde 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 FBÖ₁₂-20 kodlu öğrenci “*Polarlık 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.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Öğrencilerin, verilen bir saf maddenin ve çözeltilinin yoğunluğunu matematiksel olarak bulma konusunda pek zorlanmadıkları fakat yoğunluk kavramının anlamı bakımından bazı kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. Saf maddenin yoğunluğunu bulma konusunda kavram yanlışısının çok az olduğu (% 2) tablo 3.1a'da da görülmektedir. Öncelikle kavram yanlışısının yüzdesinin düşük olması öğrencilerin büyük çoğunluğunun hesaplamaları doğru yapmış olmalarındandır. Kavram yanlışısına sahip olan öğrenciler ise istenmediği halde yoğunluk tanımını yanlış ifade etmişlerdir. Birim çevirme hatalarının görülmesinin sebebinin ise öğrencilerin dikkatsizliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatüre bakıldığında, gerek saf maddelerin gerekse çözeltilerin yoğunluğunu bulma konusunda çok fazla çalışma yapılmadığı, var olanların ise çözümlenme olgusu ile bağdaştırılarak yapıldığı görülmektedir.

Çözeltinin yoğunluğunu bulmada ise en çok kavram yanlışısı kimya eğitimi 1. sınıf öğrencilerinde görülmektedir. Bunun sebebi, lisede 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 [69]. Ayrıca kavram yanlışlarının diğer bir sebebi günlük yaşamdan kaynaklı olduğunu ve öğretilen kavramların günlük hayatla yeterince ilişkilendirilmediğini vurgulayan çalışmalar da bulunmaktadır [70, 71].

Çözelti özelliklerini içeren ikinci soruda, kimya eğitimi hariç diğer bölümlerinde en çok kavram yanlışısı son sınıf öğrencilerinde görülmektedir. Bunun sebebi, birinci sınıfta öğrenilen bilgilerin kalıcı olmamasından kaynaklanabilir. Ayrıca Kimya Eğitimi ve Kimya Bölümü öğrencilerinin Genel Kimya derslerini aynı içerik ve kredi de almış olmalarına rağmen kavram yanlışları yüzdeleri arasındaki

farkın bu kadar büyük olması da şaşırtıcıdır. Bilgisayar Teknolojileri Öğretmenliğinde okuyan öğrencilerin kavram yanlışlarının İlköğretim Matematik Öğretmenliği ve Fen Bilgisi Öğretmenliğindeki öğrencilere göre daha az olmasının sebebi; üniversite sınavındaki aldıkları puanlarla da ilişkilendirilebilir. Gerek öğrencilerin yaptıkları açıklamalarda, gerekse yapılan görüşmelerde olsun genel olarak öğrencilerin doymuş ve aşırı doymuş çözelti kavramlarını doğru olarak ifade edebildikleri fakat görsel anlamda bunu tam olarak destekleyemedikleri görülmüştür. Kavram yanlışısına sahip öğrencilerin büyük bir çoğunluğu aşırı doymuşluk kavramı konusunda yanlış göstermektedir. Literatüre bakıldığında [44] bu konuda ilgili çalışmaların olduğu fakat aşırı doymuşluk kavramı ile ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarının sadece sözel olarak ifade edildiği görülmektedir, bizim çalışmamızda ise öğrencilerin kavram yanlışları görsel verilerle de desteklenmiştir.

Ayrıca, öğrencilerin bir kısmı sıcaklık ve basıncın çözünürlüğe etkileri konusunda da kavram yanlışlarına sahiplerdir. Benzer sonuçlar [46, 47] nolu literatürlerde de rapor edilmektedir. Bunun yanında öğrencilerin derişik, seyreltik, doymuş, doymamış gibi kavramları ayırt edemedikleri de ortaya çıkmıştır.

3. soru öğrencilerin tanecik kavramı ile ilgili var olan bilgilerini ve zihinlerinde tanecik kavramı ile ilgili oluşan şemalarını ortaya çıkarmıştır. Buna göre saf maddelerin tanecik boyutunda gösterimi ile ilgili bulgularda öğrencilerin % 34'ü tanecikleri aynı sembolle göstermiş, % 22'si tanecikler arası uzaklıkları dikkate almamış, % 20.7'si tanecikleri sürekli yapıda göstermiş, % 6.3'ü taneciklerin gösteriminde maddelerin molekül şekillerini kullanmış ve % 23.2'si tanecikleri makro boyutta göstermiştir. 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 [57, 58] tanecikleri sürekli yapıda gösterme, tanecikler arası uzaklıkları dikkate almama ve taneciklerin görünmemesi konularında benzer kavram yanlışlarının olduğu görülmektedir.

Üçüncü sorudaki diğer iki sistemde çözeltilerin tanecik boyutunda gösterimleri yer almıştır. Tablo 3.3b'ye bakıldığında öğrencilerin %23'ünün tanecikleri aynı sembolle gösterdikleri, % 12.6'sının çözelti içerisindeki taneciklerden sadece birini gösterdikleri, % 17.5'inin tanecikleri sürekli yapıda gösterdikleri, %3.5'i tanecikleri gösterirken moleküller geometrilerini ve molekül formüllerini kullandıkları, % 7'sinin çözeltileri heterojen olarak gösterdikleri görülmüştür. Öğrencilerin gerek alkol-su gerekse şeker-su karışımını oluşturan farklı maddeleri aynı sembollerle göstermelerinin sebebi karışımların homojen olmasıyla ilişkilendirmelerinden kaynaklanmaktadır. Yani öğrencilerin düşünme tarzının makroskobik boyutta kaldığı görülmektedir. Öğrencilerin yine bu karışımları heterojen olarak düşünmelerinin sebebi, maddelerin özkütlelerinin ve kaynama noktalarının farklı olması ile karışıp karışmamalarını ilişkilendirmelerinden kaynaklanmaktadır. Karışımları heterojen olarak gösteren öğrenciler içerisinde Kimya Bölümü 4. sınıf öğrencilerinin büyük çoğunlukta olması (% 3.4) dikkat çekicidir. Bu sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında [34, 40, 41, 57, 58, 59] benzerlik göstermektedir. Bulduğumuz sonuçlar arasından öğrencilerin çözünme sırasında tanecikleri iç içe göstermeleri, tanecikleri molekül geometrisi veya formülü ile göstermeleri daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak elde edilen sonuçlardandır.

Dördüncü soruda öğrencilerin bir çözeltiliye ait grafiği çözeltilerin özelliklerine göre yorumlamaları istenmiştir. Bu soru öğrencilerin çözeltilerin özellikleri ile ilgili bilgileri ile grafik okuma hakkındaki bilgilerini birleştirerek cevap veremedikleri ortaya çıkmıştır. Bu soruya verilen yanıtlardan ve yapılan ikili görüşmelerden ortaya çıkarılan kavram yanılgıları daha çok bu iki bakış açısını birleştirememelerinden kaynaklanmış olabileceği sonucuna varılabilir. Bu sebep aynı zamanda ilişkilendirememeye kategorisindeki yüzdenin yüksek olmasına (%10) sebep olmuş olabilir. Ayrıca ikinci soruda verilen şekillerin yorumlanmasında rastlanan en önemli kavram yanılgısı olan aşırı doymuş çözelti özelliğine ait yanılgi büyük oranda bu sorunun cevaplarında da görülmüştür. Literatüre bakıldığında aşırı doymuş çözeltiler ile ilgili sonuçlar çalışmamızda bulunan sonuçlarla uyum göstermektedir [44]. Literatürde rapor edilen kavram yanılgılarından farklı olarak öğrencilerin çözünmenin sadece eğrinin üzerinde bulunan nokta ve bölgelerde

olduğunu düşünmeleri, aynı maddenin aynı sıcaklıkta farklı çözünürlüklere sahip olduklarını ifade etmeleri ve madde miktarının çözünürlüğü etkilediği belirlenmiştir.

Beşinci sorunun a şıkında öğrenciler alkol-su çözeltilisindeki hacim azalmasının nedenini en çok etil alkol ve suyun tepkimeye girmesi sonucu gaz çıkışına bağlanmaktadır. Bunun yanında moleküller arasında hava boşluklarının olduğunu ve karışımdan sonra bu boşlukların yok olduğunu, alkol ve suyun yoğunluklarının farklı olmasının hacim azalmasını etkileyeceğini ifade eden öğrencilerde çoğunluktadır. Bu cevaplar literatürle de uyum içerisindedir [43, 46]. Bu yanılmanın sebebi öğrencilerin alkol-su karışımını kimyasal olarak düşündüklerinden, çözünme ile bağ kavramını birleştiremediklerinden kaynaklanmıştır. Bu sorudaki ilişkilendiremem kategorisinin oranının %19 olmasının nedeni ise, öğrencilerin soruyu dikkatli okumamalarından kaynaklı olarak hacim azalmasını karışımın buharlaşmasına bağlamalarındandır.

Beşinci sorunun b şıkına öğrencilerin %45'i doğru cevap vermiştir. Öğrencilerden % 11'i sadece boşluklu yapı ile hacmin azalacağını belirtmiş çözünme kavramını kullanmamışlar, % 10'u CCl_4 'ün suda çözüneceğini belirtirken % 5'i bir tepkimenin meydana geleceği ve bunlarında % 4'ü de bu tepkimeyi $CCl_4 + 2H_2O \rightarrow 4HCl + CO_2$ şeklinde yazmışlar, %3'ü de gaz çıkışı meydana geleceğini belirtmişlerdir. Yapılan görüşmelerde de öğrencilerin bağ kavramıyla maddenin yapısını birleştiremediklerinden kaynaklanan kavram yanılıklarına sahip oldukları belirlenmiştir. Literatürde de öğrencilerin moleküller içi bağlar ile moleküller arası bağları birbirine karıştırdıklarını gösteren çalışmalar vardır [72].

Sonuç olarak çözeltiler konusu ile ilgili örneklemdeki bütün öğrencilerin ayrıntılı bir öğretimden geçmesine rağmen hala bazı kavramlarla ilgili olarak yanılıklara sahip oldukları görülmektedir. Özellikle kimya ve kimya eğitimi bölümlerindeki öğrencilerin kimya kavramları ile ilgili kavram yanılıklarına sahip olmaları dikkat çekicidir. Öğretmen adaylarının gelecekte bu kavramları öğretiyor olacaklarını düşündüğümüzde, bu kavram yanılıklarının zamanında tespiti ve varsa giderilmesinin ne kadar önemli bir konu olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma ile ortaya çıkan kavram yanılıkları çözeltiler konusunun öğretiminde dikkate alındığı

takdirde öğrenme kalitesini artıracığı düşünülmektedir. Kavram yanılgılarının giderilmesinde yapılandırmacı yaklaşımın yanı sıra [73, 74] yeni öğretim yöntemlerinden de faydalanılabilir [75, 76].

5. ÖNERİLER

Elde edilen veriler doğrultusunda, bu konuyu öğretecek öğretmenler için dikkat edilecek birkaç nokta, öneriler şeklinde verilebilir. Öğreticiler;

- formül ezberletmekten ziyade formülün ne anlama geldiğini ve nasıl uygulanacağını nitel olarak vurgulamalıdır,
- konunun anlatımlarını makroskobik boyuttan mikroskobik boyuta indirgemelidirler,
- bilginin dönüştürülmesi (sözden-grafiğe ya da grafikten-söze dökülmesi) konusunda grafiksel materyalleri kullanmalıdırlar,
- öğretim süreci içerisinde öğrencilerin zihinlerinde kavram yanılgısı oluşturmamak adına 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.

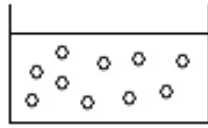
EK A. ANKETTE YER ALAN SORULAR

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

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

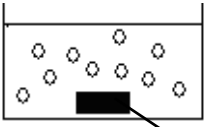
b) II. kaptaki bulunan tuzlu-su çözeltisi ise 10g tuz ve 49,5g sudan oluşuyor. Çözeltinin hacmi 51mL olduğuna göre yoğunluğu nedir?

2. Aşağıda; aynı şartlarda, A katısı ile hazırlanmış üç çözelti örneği gösterilmektedir. **Doymuş ve aşırı doymuş çözelti** kavramlarını şekillerle eşleştiriniz. Bu eşleştirmeyi neye göre yaptığınızı açıklayınız. (Şekillerde, sadece çözünen madde molekülleri tanecik boyutunda gösterilmektedir.)



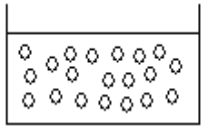
I

..... Çünkü



II

..... Çünkü



III

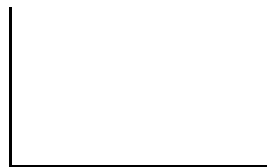
..... Çünkü

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



Nedeni:

Alkol



Nedeni:

Su



Nedeni:

Şeker



Nedeni:

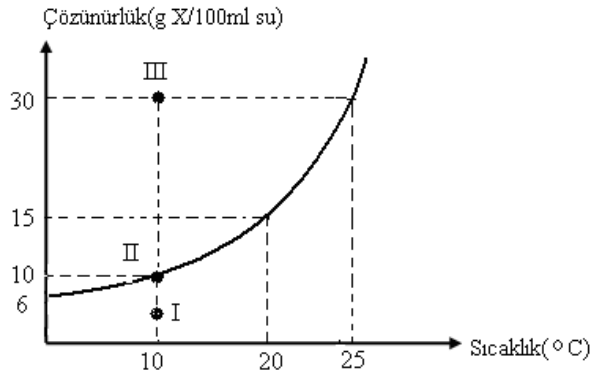
Alkol-su



Nedeni:

Şeker-su

4.



Yandaki grafikte X katısının çözünürlük - sıcaklık eğrisi verilmektedir. Grafiğe göre I, II ve III noktalarına karşılık gelen çözeltilerin özellikleri nelerdir? Açıklayınız.

I :

II :

III :

5) Kapalı bir kaptaki;

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

b) 100mL CCl₄ ve 100mL su karıştırıldığında toplam hacmin ne olmasını beklersiniz? Nedenini açıklayınız.

EK B. ANKETTE YER ALAN SORULARIN CEVAPLARI

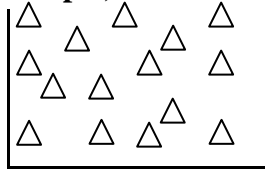
Cevap 1)

a) $d = 49,5 / 50 = 0,99\text{g/mL}$

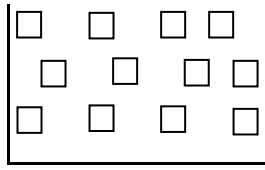
b) $d = 59,5 / 51 = 1,16\text{g/mL}$

Cevap 2) İlk iki şekildeki çözünen maddenin tanecik sayıları eşit olduğundan bu çözeltiler “doymuş çözeltilerdir.” Üçüncü şekildeki çözünen tanecik sayısı diğer şekilden daha fazla olduğundan bu çözelti “aşırı doymuş” çözeltilerdir.

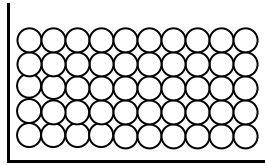
Cevap 3)



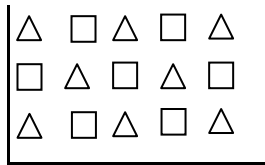
Alkol



Su



Şeker

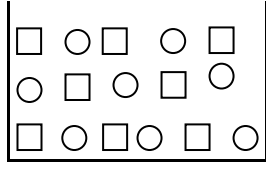


Alkol-su

Nedeni: Sıvı halde tanecikler katı haldeki taneciklere göre daha hareketlidirler, birbirleri üzerinden kayarak hareket edebilirler. Sıvı hali oluşturan tanecikler arasındaki çekim kuvvetleri maddeye belirli bir şekil kazandıracak kadar büyük olmadığından, tanecikler arası boşluklar fazla olup taneciklerin bu boşluklara hareketiyle sıvılar akışkanlık özelliği kazanırlar.

Nedeni: Katı halde tanecikler düzenli dizilmiş ve aralarında boşluklar minimum olacak şekilde birbirlerine yaklaşmışlardır. Katı hali oluşturan tanecikler arasındaki çekme kuvvetleri itme kuvvetlerinden çok daha büyük olduğundan tanecikler birbirine sıkı bağlanmışlardır. Yani sıkı istiflenmişlerdir.

Nedeni: Alkol molekülleri ile su molekülleri arasındaki çekim kuvveti, alkol molekülleri arasındaki çekim kuvvetinden daha fazla olduğundan alkol su içerisinde çözünür ve homojen olarak dağılır. Ayrıca su da, alkol de polar yapıya sahiptirler. Bu özellikte çözünmeyi olası



Şeker-su

kılar.

Nedeni: Şeker polar moleküllerden oluşmuştur. Şeker molekülündeki polar uçlar su molekülleri ile hidrojen bağı yaparak birbirlerine bağlanırlar. Su molekülleri şeker molekülleri ile temasa geçer geçmez şeker kristalinin yüzeyindeki moleküller ile su molekülleri etkileşir. Şeker moleküllerinin etrafı su molekülleri ile sarılır. Su moleküllerinin birbirleri arasındaki çekim kuvveti, şeker molekülleri arasındaki çekim kuvvetinden fazla olduğu için çözünme olayı gerçekleşir.

Cevap 4)

I.: 10°C 'de 100mL suda 10g'dan daha az X katısı çözüldüğü için çözelti doymamıştır.

II.: 10°C 'de 100mL suda 10g X katısı çözüldüğü için çözelti doymuştur.

III.: 10°C 'de 100mL suda 10g X katısı çözebilecekken 30g X katısı çözüldüğü için aşırı doymuş çözelti veya 10°C 'de 100mL suda 10g X katısı çözebilecekken 20g X katısı dibe çökerse çözelti doymuş çözeltidir.

Cevap 5)

a) Etil alkol de, suda polar yapı gösterir ve suya benzer şekilde hidrojen bağlarına sahiptir. Bu nedenle hem su hem de etil alkol yüksek düzeyde moleküller arası etkileşme özelliği gösterirler. Her iki sıvıda çözme gücüne sahip olduğundan birbiri içinde çözünürler.

b) CCl_4 apolar bir madde olduğundan polar bir madde olan suda çözünmez. Çünkü su moleküllerinin kendi aralarındaki çekim kuvvetleri CCl_4 ve su molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerinden daha büyüktür. Sonuç olarak CCl_4 moleküllerinin yoğunluğu su moleküllerinden daha fazla olduğundan CCl_4 alta inerek iki saf sıvı tabakası içeren heterojen bir sistem oluştururlar.

EK C. GÖRÜŞME SORULARI

1b)

- 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?

KAYNAKLAR

- [1] Bacanlı, H., Gelişim ve öğrenme. 3. Basım, Nobel Yayınları, Ankara, (1997), s. 139-153.
- [2] Açıkgöz, K. Ü. Etkili öğrenme ve öğretme. 5. Basım, Eğitim Dünyası Yayınları, İzmir, (2003), s. 8–10.
- [3] Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A., Özmen, H., Yiğit, N. ve Ayvacı, H. Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi. 4. Basım, Pegem A Yayıncılık, Ankara, (2005), s. 67-73.
- [4] Köseoğlu, F.ve Kavak, N., Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşım, Gazi Üni. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(1), (2001), 139–148.
- [5] Özmen, H., “Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı öğrenme”. *The Turkish Online Journal of Education Technology*. 3(1), (2004).
- [6] CUSE, Misconceptions as barriers to understanding science, science teaching reconsidered: A handbook, National Academy Press, Washington, D. C. (1997), <http://books.nap.edu/html/str>
- [7] Disessa, A. and Sherin, B., “What changes in conceptual change”, *Int. J. Sci.Educ.*, 20(10), (1998), 1155.
- [8] Chi, M., Slotta, J. and Leeuw, N., “From Things to Processes: A Theory of Conceptual Change For Learning Science Concepts”, *Learning and Instruction*, 4, (1994), 7.
- [9] Spada, H., “Conceptual change or multiple representations”, *Learning and Instruction*, 4, (1994), 113.
- [10] Azizoğlu, N., Alkan, M. ve Geban, Ö., “Undergraduate pre-service teachers’ understandings and misconceptions of phase equilibrium”, *J.Chem.Educ.*, 83(6), (2006).

- [11] Vosniadou, S., “Capturing and modeling the process of conceptual change”, *Learning and Instruction*, 4, (1994), 45.
- [12] Nakhleh, M., “Why some students don’t learn chemistry. chemical misconceptions”, *J.Chem.Educ.*, 69, (1992), 191.
- [13] Caravita, S. and Halden, O., “Re-framing the problem of conceptual change”, *Learning and Instruction*, 4, (1994), 89.
- [14] Bliss, J. and Ogborn, J., “Force and motion from the beginning”, *Learning and Instruction*, 4, (1994), 7.
- [15] White, R., “Conceptual and conceptual change”, *Learning and Instruction*, 4, (1994), 113.
- [16] Hewson, M.G. ve Hewson, P.W., “Effect of instruction using students’ prior knowledge and conceptual change strategies on science learning”, *J.Res. Sci.Teach.*, 20(8), (1983), 731.
- [17] Driver, R. and Erickson, G., “Some theoretical and empirical issues in the study of students’ conceptual frameworks in science”, *Stud.Sci.Educ.*, 10, (1983), 37.
- [18] Erdem, E., Yılmaz, A. ve Morgil, İ., “Kimya dersinde bazı kavramlar öğrenciler tarafından ne kadar anlaşılıyor?”, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, (2001), 65.
- [19] Skelly, K. M., “The development and validation of a categorization of sources of misconceptions in chemistry”, *Third misconceptions seminar proceedings*, (1993).
- [20] Nakiboğlu, C., Edt: Bahar, M., *Fen ve teknoloji öğretiminde yanlış kavramlar, Fen ve Teknoloji Öğretimi*, Ankara, (2006), s. 202.
- [21] Köseoğlu, F., Kavak, N., Akkuş, H., Budak, E., Atasoy, B., Tümay, H. ve Taşdelen, U., *Yapılandırmacı öğrenme ortamı için bir fen ders kitabı nasıl olmalı?*, 1. Basım, Asil Yayın Dağıtım, Ankara. (2003), s. 67.
- [22] Çalık, M. ve Ayas, A., “ Çözümlerde kavram başarı testi hazırlama ve uygulama”, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, (2003).

- [23] Hewson and Hewson , “The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction”, *Instruconal Science*, 13, (1984), 1.
- [24] Sencar, S. ve Eryılmaz, A., “Öğrencilerinin elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışlarında görülen cinsiyet farklılıklarının nedenleri”, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Cilt I, ODTÜ, Ankara, (2002), 577.
- [25] Türkmen, L., Çardak, O. ve Dikmenli, M., “Lise öğrencilerinin canlıların çeşitliliği ve sınıflandırılması konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi”, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Cilt I, ODTÜ, Ankara, (2002), 155.
- [26] Griffiths, A. K. and Treagust, D. F., “Conceptual difficulties experience by senior high school students of electrochemistry: electrochemical(galvanic) and electrolytic cells”, *J.Res.Sci.Educ.*, 29(10), (1992), 1079.
- [27] Stavy, R., “Children’s conceptions of change in the state of matter from liquid (or solid) to gas”, *J.Res.Sci.Educ.*, 27(3), (1990), 247.
- [28] Pabuçcu, A. ve Geban, Ö., “Remeadiating misconceptions concerning chemical bonding through conceptual change text”, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, (2006), 184.
- [29] Wheeler, A. E. and Kass, H., “Student misconceptions in chemical equilibrium”, *Sci.Educ.*, 62(2), (1978), 223.
- [30] Ross, B. and Munby, H. Concept mapping and misconceptions: A study of high-school students’ undsrstandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13, (1991), 11.
- [31] Boujaoude, S. B., “The relationship between students’ learning strategies and the change in their misunderstandings during a high school chemistry course”, *J.Res.Sci.Educ.*, 29 (7), (1992), 687.
- [32] Mitchell, I. and Gunstone, R., “Some student conceptions brought to the study of stoicometry”, *Research in Science Education*, 14, (1984), 78.
- [33] Garnett, P. J. and Treagust, D. F., “Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells”, *J.Res.Sci.Educ.*, 29 (10), (1992), 1079.
- [34] Prieto, T., Blanco, A. and Rodriguez, A., “The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions”, *Int.J.Sci.Educ.*, 11(4), (1989), 451.

[35] Lee, O., Eichinger, D.C., Anderson, C.W., Berkheimer, G.D. and Blakeslee, T.D., "Changing middle school students' conceptions of matter and molecules", *J.Res.Sci.Educ...*, 30(3), (1993), 249.

[36] Ebenezer, J.V and Gaskell, P.J., "Relational conceptual change in solutions chemistry", *Sci.Educ.*, 79(1), (1995), 1.

[37] Papageorgiou, G. and Sakka, D., "Primary school teachers' views on fundamental chemical concepts", *Chemistry Education Research and Practice In Europe*, Vol.1, No.2, (2000), 237.

[38] 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).

[39] 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.

[40] Kabapınar, F., "Ortaöğretim öğrencilerinin çözünürlük kavramına ilişkin yanılgılarını besleyen düşünce biçimleri", Maltepe Üniversitesi, Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, İstanbul, (2001).

[41] Ebenezer, J., "A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: Animation of the solution process of table salt", *Journal of Science Education and Technology*, 10, (2001), 73.

[42] Arizona State University, "Student preconceptions and misconceptions in chemistry integrated physics and chemistry modeling", (2001), Workshop.<http://Daisley.Net/Hellevator/Misconceptions/Misconceptions.Pdf>

[43] 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).

[44] Pınarbaşı, T and Canpolat, N., "Students' understanding of solution chemistry concepts", *Journal of Chemical Education*, 80(11), (2003), 1328.

[45] Gödek, Y., "Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözünme kavramı hakkındaki düşünceleri", VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK-6), Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul, (Bildiri) (2004).

- [46] Tezcan, H. ve Bilgin, E., “Laboratuar yönteminin ve bazı faktörlerin öğrenci başarısına etkileri”, *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3) (2004), 175.
- [47] Konur, K. ve Ayas, A., “Sınıf öğretmeni adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama seviyeleri”, VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi, 9–11 Eylül, İstanbul, (2004).
- [48] Demircioğlu, G. ve H., Özmen, H., “Sınıf öğretmeni adaylarının fiziksel ve kimyasal değişim kavramlarını anlama düzeyleri ve yanlışları”, *Milli Eğitim Dergisi*, Vol. 35, sayı:170, (2006), 260.
- [49] Uzuntiryaki, E. and Geban, Ö., “ Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts”, *Instructional Science*, 33, (2005), 311.
- [50] Çalık, M. ve Ayas, A., “A cross-age study on the understanding of chemical solutions and their components”, *Int.J.Sci.Educ.*, 6(1), (2005), 30.
- [51] Koray, Ö., Akyaz, N.ve Köksal, M., “Lise öğrencilerinin çözünürlük konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanlışları”, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, Cilt 15, No 1, (2007), 241.
- [52] Gabel, D.L., Samuel, K. U. and Hunn, D., “Understanding the particulate nature of matter”, *J.Chem.Educ.*, 64(8), (1987), 695.
- [53] Jones, B. ve Lynch, P., “Children’s understanding of the notions of solid and liquid in relation to some common substances”, *Inst.J.Sci.Educ.*, Vol 11, No 4, (1989), 417.
- [54] Griffiths, A. K. and Preston, K: R., “Grade-12 students’ misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules”, *Journal of Research In Science Teaching*, Vol 29, No 6, (1992), 611.
- [55] Özmen, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A., “Bazı kimya kavramları ile ilgili öğrenci yanlışları: Bir literatür araştırması”, *Yeni Bin Yılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, Maltepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bildiriler Kitabı, İstanbul, (2001), 411.
- [56] Ayas, A. ve Özmen, H., “Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma”, *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, Cilt:19(2), (2002).

- [57] Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., “Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramlar”, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 24, Sayı 1, (2004), 135.
- [58] Kind, V., “Students’ misconceptions about basic chemical ideas”, (2004), 04.10.2007 tarihinde <http://www.chemsoc.org/pdf/learnnet/rsc/miscon.pdf> adresinden alınmıştır.
- [59] Papageorgiou, G. and Johnson, P., “Do particle ideas help or hinder pupils’ understanding of phenomena”, *Int.J.Sci.Educ.*, (2005), 1299.
- [60] Yılmaz, A. ve Morgil, İ., “Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi”, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20, (2001), 172.
- [61] Ünal, S., Özmen, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A., “Lise öğrencilerinin kimyasal bağlarla ilgili anlama düzeylerinin ve yanlışlarının belirlenmesine yönelik bir çalışma, ODTU Eğitim Fakültesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, (2002).
- [62] Can, Ş., Harmandar, M., “Fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışları”, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5(8), (2004).
- [63] Ürek, R. Ö. ve Tarhan L., “Kovalent bağlar konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırmacılığa dayalı bir öğrenme uygulaması”, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, (2005), 168.
- [64] Karasar, N., Bilimsel araştırma yöntemi, 14. Basım, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, (2005), s. 86.
- [65] Tekin, H., Eğitimde ölçme ve değerlendirme, 17. Basım, Yargı Yayınları, Ankara, (1991), s.45.
- [66] Ekiz, D., Eğitimde araştırma yöntem ve metotlarına giriş, Anı Yayıncılık, Ankara, (2003).
- [67] Yıldırım, A., Şimşek, H., Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri, 6. Basım, Seçkin Yayıncılık, Ankara, (2006).
- [68] Azizoğlu, N., Alkan, M. ve Geban, Ö. Undergraduate pre-service teachers’ understandings and misconceptions of phase equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 83(6), (2006), 947.

[69] Açıkkar, E., (2002), “Lise 2. sınıf öğrencilerinin çözümlülük konusunu anlama düzeyleri ve kavram yanlışları”, 06.10.2007 tarihinde www.fbe.ktu.edu.tr/tezler/ortaoğretim/yüseklicans/99-/t1246.htm adresinden alınmıştır.

[70] Driver, R., “Students’ conceptions and the learning of science”, *Int.J.Sci.Educ.*, Vol 11, (1989), 481.

[71] Demircioğlu, H., Ayas, A. ve Demircioğlu G., “Sınıf öğretmeni adaylarının kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar, ODTU Eğitim Fakültesi, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara, (2002), s 712.

[72] Kabapınar, F. M. ve Adık, B., “Ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin fiziksel değişim ve kimyasal bağlar ilişkisini anlama seviyeleri, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, Cilt:38, sayı: 1, (2005), 123.

[73] Kabapınar, F. M., “Oluşturmacı anlayış temelinde fen öğretimi ve fen ders kitapları: Bir ders kitabı ünitesi olarak “çözümlülük”. *Eurasian Journal of Education Research*, 22, (2006), 139.

[74] Scott, P., Asoko, H., Driver, R. and Emberton, J., 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, (1994), 201.

[75] Ünal, H., Bayram, H. ve Sökmen, N., “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, (2002), 386.

[76] Kabapınar, F. M., “Kavramsal anlamayı gerçekleştirme: Çözümlülük 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), (1999), 37.

